

174448



# 槍管製造

A. A. 勃拉買拉沃夫 主編



國防工業出版社



統一書號：5154·6

編 價：2.00元

## 前 言

作为荣获列宁勳章的以捷尔任斯基命名的紅軍炮兵学院學員的教材的本書，是按照学院教学大綱講授特种制造課程部分的初步經驗总结。

为了給讀者以槍管制造总的概念，特从鋼材的熔煉开始来加以叙述。这样做，同时也是因为槍管毛坯的制造是具有某些特点的。

主要注意的問題是槍管的机械加工，特別是槍膛的加工。此外，还研究了制定槍管机械加工工艺过程的原则。

考虑到軍事工程師的培养范围，对槍管刷和槍管的驗收問題佔用了相当多的篇幅。

作者將衷心感激地接受所有对本書的指正和希望。

## 緒 論

槍管製造包括兩個連續的按照工藝特征區分的过程：

1) 槍管毛坯的製造，2) 槍管的製造。

槍管的毛坯，從鋼的熔煉開始，在冶金工廠中進行製造，並且整個生產可以分成以下的幾個階段：1) 槍管鋼的制備；2) 鋼錠的粗軋和軋軋；3) 按槍管毛坯的圖樣進行鍛造。

由槍管毛坯製成槍管的过程是在兵工工業的機械工廠中進行的，並且在這裡可以分成以下幾個階段：1) 槍管毛坯的機械加工；2) 槍管的热處理；3) 槍膛的鍍銘；4) 槍管外表面的化學着色。槍管的製造过程，最後以槍管的試驗結束。

# 目 录

## 第一篇 槍管鋼与槍管毛坯的制造

第一章 槍管的結構 .....	1
§ 1. 槍管按工艺特征的分类 .....	1
§ 2. 槍膛的構造 .....	2
§ 3. 槍管外表面的部位 .....	7
§ 4. 槍管外部部位的尺寸在工作圖上的标計 .....	8
第二章 制造槍管用的鋼料 .....	9
§ 5. 槍管材料的基本要求 .....	9
§ 6. 鋼的种类 .....	12
第三章 槍管鋼的生产 .....	14
§ 7. 槍管鋼的熔煉 .....	14
§ 8. 鋼錠的檢驗試驗 .....	18
§ 9. 化学成分的檢驗 .....	20
§ 10. 机械試驗 .....	21
§ 11. 鋼的熔煉和浇鑄条件的檢驗 .....	24
§ 12. 按冷却速度檢驗鋼錠和初軋鋼坯 .....	24
§ 13. 粗型組織研究 .....	25
§ 14. 巴烏曼印痕檢驗 .....	27
§ 15. 盤圈折斷檢驗 .....	28
§ 16. 壓向的粗型設備 .....	28
§ 17. 非金属夹杂物檢驗 .....	28
§ 18. 晶粒大小的檢驗 .....	29
§ 19. 可碎硬性檢驗 .....	30
第四章 槍管毛坯的制造 .....	31
§ 20. 鋼錠的压机和压延 .....	31
§ 21. 槍管毛坯的鍛造 .....	34
§ 22. 槍管毛坯的热处理 .....	37
§ 23. 退火后的槍管檢驗試驗 .....	38

## 第二章 槍管的機械加工

§ 24.	槍管機械加工概論	43
<b>第五章</b>	<b>槍管的深孔鑽削</b>	44
§ 25.	鑽深孔前的準備工序	44
§ 26.	深孔鑽削的基本原理	49
§ 27.	深孔鑽削用刀具	53
§ 28.	深孔鑽削用的機床	65
§ 29.	深孔鑽削用的潤滑冷卻液	79
§ 30.	槍管深孔鑽削的切削用量	83
§ 31.	影響鑽頭偏離的主要因素分析	87
<b>第六章</b>	<b>槍膛的絞孔</b>	95
§ 32.	槍膛絞孔工序的一般特性	95
§ 33.	槍膛絞刀的結構	93
§ 34.	絞刀的製造	107
§ 35.	絞槍膛的方法	108
§ 36.	絞深孔的機床	110
§ 37.	絞孔用的潤滑冷卻液	117
§ 38.	絞孔的工作規範	117
§ 39.	拉槍膛用的拉刀	118
<b>第七章</b>	<b>膛綫的形成</b>	128
§ 40.	膛綫形成的方法	128
§ 41.	拔膛綫	128
§ 42.	用拔絲刀拔膛綫的拔絲機	137
§ 43.	切削用量和潤滑液	144
§ 44.	用拔絲刀拔膛綫的主要缺點	145
§ 45.	用拉刀拉膛綫	145
§ 46.	用擠壓法(沖錐法)在槍膛內形成膛綫	148
§ 47.	正確地確定沖錐工序的根本因素	147
§ 48.	沖頭的構造	151
§ 49.	沖錐時槍管硬度對其變形和牽引力的影響	155
§ 50.	槍管內外直徑的變化對牽引力的影響	157
§ 51.	沖錐時潤滑對於牽引力變化的影響	161
§ 52.	沖錐用的機床	163

§ 53.	槍管膛綫部分的檢驗	166
§ 54.	槍膛表面的精加工	169
<b>第八章</b>	<b>槍管彈腔的加工</b>	171
§ 55.	彈腔加工工序的特性	171
§ 56.	彈腔加工用的切削工具	176
§ 57.	預絞和精絞彈腔的机床	183
§ 58.	潤滑冷卻液	186
§ 59.	彈腔製造正確性的檢驗	186
<b>第九章</b>	<b>槍管校正</b>	193
§ 60.	槍管校正的功用	193
§ 61.	檢查槍膛直綫性的陰影法	194
§ 62.	利用“点”儀器測定槍管的彎曲	199
<b>第十章</b>	<b>槍管的外部加工</b>	200
§ 63.	槍管的外部車削	200
§ 64.	切削槍管螺紋的特性	206
§ 65.	切齊槍管尾端端面及其各部位的加工	213
§ 66.	槍口端面的加工	215
<b>第十一章</b>	<b>槍管的热处理, 鍍鉻及氧化处理</b>	217
§ 67.	槍管的热处理	217
§ 68.	ДП 和 ШБАК 槍管尾端面的热处理	223
§ 69.	槍膛表面的鍍鉻	224
§ 70.	槍管鍍鉻前的准备	225
§ 71.	槍管的电解鍍鉻	228
§ 72.	槍膛鍍鉻后的主要缺陷	232
§ 73.	鍍鉻时彈腔的隆起	233
§ 74.	槍管外表面的化学着色(珐琅)	234
§ 75.	氧化層的檢驗	239

# 第一篇 槍管鋼與槍管毛坯的製造

## 第一章 槍管的結構

### § 1. 槍管按工藝特徵的分類

槍管主要是根據武器的類型及自動的原理按照它的外部構造來區分的，槍管外表面上用以裝配與其相連接的零件的部位的数量是依武器類型及自動原理決定的。槍管上的部位的数量及其特徵決定製造槍管的工藝複雜性。



圖 1 1891/1930 年式步槍的槍管

在工藝上最簡單的是這樣的槍管，它的構造允許在車床上完成全部的外部加工。在這種情形下，槍管上不應當有凸部。因此所有的槍管可以按工藝上的特徵分成兩類：(1)是旋轉體的槍管，(2)不是旋轉體的槍管。

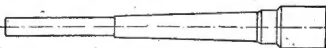


圖 2 槍管——旋轉體

例如 91/30 式步槍的槍管 (圖 1) 不是旋轉體，因為它有二個凸部：標尺座 2 和准星座 1；而毛瑟步槍的槍管是旋轉體，因為標尺座和准星座是套在槍管上為它們而製成的圓柱部分上的。

旋轉體槍管 (圖 2) 的毛坯和這些槍管的製造工藝過程比較簡單，一方面槍管毛坯還可以製成較小的尺寸以節省金屬材料，因



为机械加工时的切屑较少。在个别的情形中，例如当制造德普式(ДП)枪管时可以免去枪管毛坯的锻造的整个生产过程。另一方面当加工不带凸部的枪管外表面时，不必应用加工凸部表面用的附加设备和刀具。

当枪管上存在凸部时，必需将它们与联接枪管及机匣的部位互相严格地定准，以便能够正确地装配。这就要在编制枪管制造工艺过程和枪管与机匣装配的工艺过程时加以特别说明。例如1891/1930年式步枪枪管上的螺纹，是在最后精加工各凸部之后切制的，以便利用加工后的凸部作为基准，而枪管和机匣只在检验螺纹以后才进行装配。

## § 2. 枪膛的构造

在各种类型的枪械中，枪膛的构造大致都是相同的，所差异者只是膛线的数量及其形状或弹膛的轮廓。

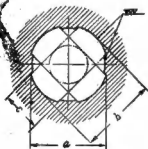


图3 膛线尺寸的符号

在苏联各种国产枪械的膛线是长方形的；口径7.62公厘的枪管有四条膛线，而口径更大的枪管则有八条膛线。决定枪管膛线部分的断面的尺寸在工作图上注明（如图3所示），几种枪管的尺寸值和制造精度如表1所示。

表1所列入的数据表明阳线的直径以最大的精度制造，它的制造精度接近三级；阴线直径的

制造精度在三级与四级之间但接近于四级；阴线的宽度以七级精度加工，阳线和阴线的表面加工光洁度相当于 $\nabla\nabla\nabla$ 。

膛线直径尺寸的相当高的制造精度基本上决定于以下三点要求。

(一)膛线深度靠公差以得到尽可能小的差别。

(二)尽可能小的弹头壳和阴线底间的径向间隙的差别。

### (三)尽可能小的膛腔断面面积的变化。

满足了这些要求就可以保证枪管的弹道性能的稳定和必须的枪管寿命。

表 1

型 式	膛线数	尺寸的数值以公厘计 (见图 3)			膛线的 糙 度
		a	b	c	
ДП 及其他	4	$7.62^{+0.0635}$	$7.925^{+0.075}$	$3.81^{+0.2}$	240
1933年式 12.7	3	$12.66^{+0.09}$	$13^{+0.1}$	$2.8^{+0.2}$	331
机枪 ДТТ	8	$14.6^{+0.08}$	$14.93^{+0.1}$	$3.4^{+0.2}$	420

例如当膛线深度有很大的减小时, 弹头壳即较快的磨损膛线并减小膛线的导转侧面, 使枪弹早期离开膛线。当弹头壳和膛线底部之间的间隙增大时, 冲入这一间隙的气体即增多从而降低枪口活力, 并减小初速度。

当膛腔的断面面积因公差而有很大的变化时, 初速度和最大压力即产生差别。

膛腔表面的加工光洁度特别是膛线的光洁度, 对于枪弹在膛内的运动阻力, 有很大的影响。膛腔表面的加工越粗糙枪弹的运动阻力就愈大, 也就是摩擦系数  $f$  和摩擦力  $f_N$  变得愈大。当膛腔表面有横向的线条时, 力  $f_N$  即有很大的增加, 膛腔表面的这些缺陷同时可能是子弹弹心与弹头壳脱离的原因。此外, 表面光洁度也会影响到枪管的磨损强度和抗蚀性。

膛腔的加工精度和表面光洁度的要求决定了他们的制造工艺和工艺操作的特性。由于这样使得必需采用 (特别是在最后的工序中) 精密的设备和工具, 并且创造出一定的工作条件, 以消除在经过最后精加工的膛腔表面上形成横向细线的可能性。

枪管的膛腔由若干个锥体构成, 它们的数目随子弹的构造而

① 以前公差是 0.05 和 0.075 公厘, 公差的放宽是因为实行了“厚”层、镀锌的工序, 这一工序使枪管的寿命增加了二至三倍。

定。在大多数的型式中弹腔是四至五个锥体组合,如图4所示,其中符号:  $a-6$ ——大锥体;  $a-2$ ——弹壳裂开用的第二个锥体;  $a-3$ ——弹壳口部用的第三个锥体;  $a-4$ ——弹头入口的锥体。

弹头入口的圆锥包括平滑的部分  $a-5$  和膛线部分  $a-4$ ;  $4H$  线是膛线轮廓全部深度的起点,而  $a$  线是膛线膛线的起点。弹头入口的平滑部分是第四个圆锥,而膛线部分是第五个圆锥<sup>①</sup>。

使用手枪子弹的武器其弹腔的圆锥数有时

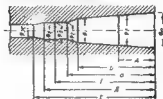


图4 步枪子弹的弹腔

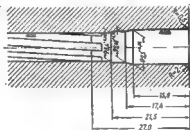


图5 1941年式冲锋枪的弹腔

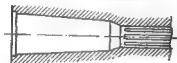


图6 LIBAK 枪的弹腔

① 弹头入口膛线部分的厚度大小对于强迫推入弹的压力有影响; 强迫推入弹的压力随膛度的增大而增加, 并可能成为使枪弹弹心与弹壳脱离的原因之一。

較少（圖5），ШКАС砲的彈腔由于它的構造的特殊，只包括二個圓錐（圖6）。

为了使彈壳便于退出，在某些型式的槍中在彈腔的表面制有“Ревелли”槽。例如在 ШКАС 機槍的槍管內，在槍彈的各个圓錐的表面上都有这种槽（圖7）。而在一九四零年式的步槍槍管中，

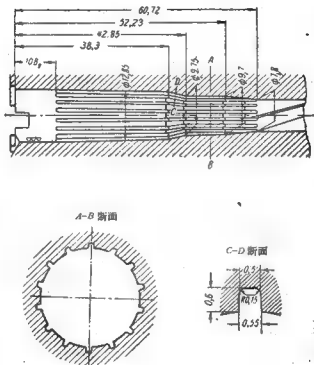


圖 7 ШКАС 7.62 公厘機槍的彈腔

則只在第二第三第四圓錐上才有這種槽（圖8）。

彈腔各部分的尺寸，通常是在工作圖上註明，如圖四所示。各種尺寸的數值和公差列在表2內。

外國武器槍管彈腔的直徑尺寸，也是以大致相同的精度製成的。

彈腔的加工光潔度相當於槍膛膛綫部分的加工光潔度。在彈腔的表面上也不允許有顯著的刀痕和特別的橫向綫條。加工不夠光潔的表面（特別是彈腔大圓錐的表面）將增加彈殼對於彈腔壁面的摩擦，使彈殼不容易退出。經驗證明，當彈腔的大圓錐表面上存在環形的刀痕時退完時的力即增大很多；這里往往是自動武

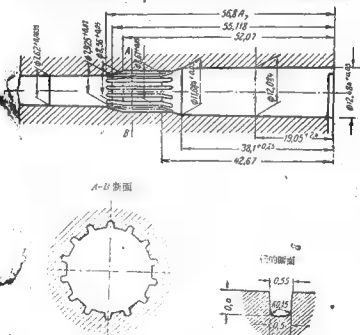


圖8 1940年式7.62公厘步槍的彈腔

器的自动机构在工作中产生故障的原因。第一和第二圆锥的配合不够准确或甚至在这些配合中形成很小的凹陷时也会造成同样的结果。退壳力的增大也是拉壳钩寿命减低和弹壳凸缘被拉脱的主要原因之一。

弹膛的第三和第四圆锥配合得不精确，会影响子弹在膛内运动的基本条件，破坏子弹切入膛线时的正确方向，因而影响到射击的密集度和命中率。这种配合中的粗糙度在弹头壳和气体的作用下而破坏，从而减低了枪管的寿命。

表 2

型 式	ДП и ПМ	ПЛШ	ДШК	ПТРД	
尺寸 的数值以公厘计 (见图 4)	a	12.424 <sup>+0.05</sup>	9.92 <sup>+0.05</sup>	21.89 <sup>+0.05</sup>	27.065 <sup>+0.05</sup>
	б	12.084	—	—	—
	в	11.684 <sup>+0.05</sup>	9.5 <sup>+0.05</sup>	19.23 <sup>+0.05</sup>	25.8 <sup>+0.05</sup>
	г	8.61 <sup>+0.05</sup>	8.43 <sup>+0.05</sup>	14.03 <sup>+0.05</sup>	16.7 <sup>+0.05</sup>
	д	8.56 <sup>+0.05</sup>	8.4 <sup>+0.05</sup>	13.91 <sup>+0.05</sup>	16.55 <sup>+0.05</sup>
	е	7.925 <sup>+0.075</sup>	—	12.95 <sup>+0.05</sup>	15.95 <sup>+0.05</sup>
	A	19.05	—	—	—
	B	83.1	15.6	78.25	81.4 <sup>+0.05</sup>
	B	42.67	17.4	86.25 <sup>+0.15</sup>	88.3 <sup>+0.05</sup>
	Г	52.07	21.5	103 <sup>+0.25</sup>	107
Д	55.118	27	113	110	
Е	93.15	—	133	—	

### § 3. 枪管外表面的部位

枪管外表面上部位的数量是不同的，弹仓步枪、手枪、机枪和按后座力原理作用的自动武器的枪管，一般这些部位的数量是较少的。结构能够达到这样的简化不仅是因为没有排气装置，也可以用将表尺、准星、消焰器和枪口驻退器装在其他相配合的零件上的方法以达到之。为了减少部位的数量，并因而简化枪管的

制造工艺在某些按照通过枪管壁上的孔引出火药气体的原理工作的自动武器的系统中（例如 ДП）瞄准具的各个单元（准星）从枪管移到其它的机件——套筒上。

每一枪管所应有的最具特征的部位是：1) 枪管的尾部端面；2) 枪口端面；3) 联结枪管与机匣的部位。

许多类型的枪中在枪管的尾端面上，有拉壳钩和送弹齿用的■部，这就很自然地使枪管的加工复杂化。

#### § 4. 枪管外面量位的尺寸在工作图上的标注

枪管的尾端面是它的构造基准。因此，决定与枪管配合的各种不同零件的配置的多数尺寸，是在■管的工作图上从这一端面表示出的（图9）。

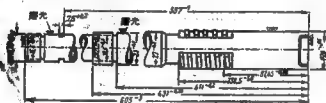


图9 ДП 7.62 公厘轻机枪的枪管

但是在许多情形中，例如在步枪中，外表面各部位的尺寸是由枪管上一个特别的凸肩出发来表明的，这个凸肩是当枪管与机匣配合时限制枪管的伸入用的（图10）。对于这些构造来说，与机匣的端面相配合的凸肩表面就是根据工艺的观点所决定的辅助基准。确定辅助基准与端面距离的尺寸时总是要求有严格的公差。

确定与装配到枪管上的零件的各部位相配合的枪管部位的位置尺寸，一般以定准这些零件在枪管上的位置的表面作为基准来注明。例如，枪管壁上的气孔位置，就是以导气箍与枪管装配时抵住导气箍的枪管凸部表面为基准的尺寸，这一类的表面是附加的设计基准，称为装配基准。

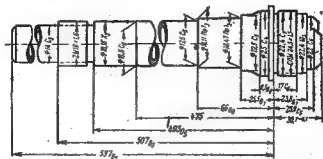


圖 10 1940 年式 7.62 公厘步槍的槍管

如果槍管是許多零件裝配的零件或在槍管尾端面上構成了專門用的許多部位，則它們的位置應嚴格的對联接槍管及機匣的部位定准。例如槍管與機匣用螺紋联接時，這種定准就決定於螺紋起點的位置，這起點也是需要定准的各個部位對它協調的輔助基準。

有了這些基準，就可以正常的確定槍管外部加工工藝過程中的排列工序的程序。

槍膛的軸線和槍管的尾端面對於所有的槍管都是共有的主要設計基準。主要基準和輔助基準用作擬定槍管機械加工的工藝規程的依據。

## 第二章 製造槍管用的鋼料

### § 5. 槍管材料的基本要求

根據槍管的工作條件對它所提出的基本要求，可歸結為強度和足夠的壽命兩部分。

在射擊時槍管承受數量很大並且作用性重為動力的火藥氣體的壓力而不應產生永久變形，所以槍管是由屈服點足夠高的鋼製成的。由於可能產生火藥氣體的壓力增高的情形（所裝的火藥量



增多，枪弹在枪管内被卡住等情况），因而枪管的材料必须完全消除脆性破裂的可能。这里以应用具有塑性和冲击韧性充分高的钢来加以保证。

含炭 0.5~0.7%：并经过热处理的普通碳钢可以满足膛压为 3000~3300 公斤/平方公分的步枪枪管和机枪枪管的强度和塑性的要求。在大多数国家中对于这些枪管采用的钢其屈服点不低于 50~55 公斤/平方公厘，最后拉断强度 70~90 公斤/公厘<sup>2</sup>，伸长度为 12~15%。

公斤/公厘<sup>2</sup>

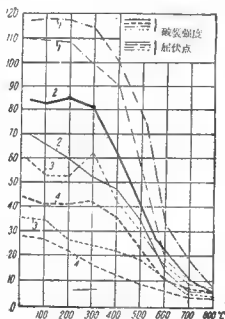


图 11 温度对于钢的机械性能的影响

1—高合金钢；2—中合金钢；

3—含炭0.45%的碳钢；4—CT37钢。

槍管的材料不僅應該是韌性的同時也是足夠均勻的，並且不應該含有非金屬夾雜物。

同時應該注意槍管的壽命只能是有限的，它的壽命決定於槍膛內部分的磨損。這種磨損又決定於火藥氣體對槍膛表面的機械作用、熱作用和化學作用以及槍彈沿槍膛運動時的磨擦。所以槍管材料應該具有足夠的耐磨性。

抗磨強度隨屈服點和破壞強度的提高而增大，同時金屬的韌性、硬化性和結構對於耐磨性有決定性的影響。

金屬在含硫、磷、微小的非金屬雜質，特別是氣體（首先是氧）方面的純度同樣也有很大的意義。所以必需特別仔細地使鋼脫氧，將它提純，並尽可能的更完全的除掉氣體。

預先選擇槍管鋼的好方法應該是適當地提供實驗室的磨損試驗。金屬的磨損實驗推行的還不夠廣泛，在工業的實踐中，廣泛採用着金屬硬度試驗。其實許多研究都表明在耐磨性和硬度之間並無任何物理的關係。已經肯定的意見——即耐磨性隨硬度增加而增高——往往是形式的確定。但是，確定硬度對於熱處理檢驗是非常方便的。所以到現在為止，射擊試驗仍為最後評價槍管材料所不可缺少的方法。

關於隨溫度增高而使鋼的耐磨性改變還沒有任何肯定的結論，但已經確定所有金屬的屈服點都隨着溫度的增高而下降（圖11）<sup>①</sup>。溫度提高而屈服點降低很少，這樣的鋼是好的槍管鋼，由圖11可見，在屈服點的相對降低方面合金鋼比炭鋼為好，同時前者由於合金成份和組織良好，在常溫下就具有較好的屈服點。

高溫下的破壞試驗數據可以用來預先選擇材料。但問題的最後解決只能用確定槍管壽命的射擊法。

與 $\alpha$ 鐵組成的固溶體的元素如鎳、鉍等使鋼的純鐵體的強度和韌性增加，與炭組成的碳化物的元素如鉻、鉬等可提高鋼的硬

① 參閱什羅寧格(Широнин)著：槍管的結構與材料。

度看它的抗磨损性能。这就是复合的特种钢(镍铬钢、钨铬钢等)所以被普遍应用的原因。除此以外,特种元素的作用还在于它能够促进制件表面和内部的淬火结构均匀,这对于碳钢并不是经常可以达到的。

增加枪管的寿命还可是在枪管表面上镀各种耐磨损的金属的方法来达到,其中最普遍的是镀铬。

### § 8. 鋼 的 种 类

苏联的枪管是由50A号枪管碳钢和30XH2MΦ(0392)和38XCA(40XCA)号特种钢制成的,同时,38XCA号钢系用作30XH2MΦ钢的代用品。

碳钢一般用来制造口径7.62公厘的自动(射击速度低的)和非自动武器的枪管。特种钢用来制造口径更大的(12.7、14.5和20公厘)枪管以及口径为7.62公厘的高射速的机枪的枪管(表3)。

所指钢号的化学成份在表4列出,机械性能则列在表5内。

表 3

式 器	口徑(公厘)	鋼 的 牌 号
Магак式左輪手槍、ТТ手槍、 ППШ冲锋槍、1891/1930 年式步槍、ДП輕機槍、 ПМ重機槍	7.62	50A槍管
ДШК和Березина大口徑機槍	12.7	30XH2MΦ或38XCA
ПТРД和ПТРС	14.5	38XCA或30XH2MΦ
ШВАК砲	20	30XH2MΦ
ШКАС機槍	7.62	30XH2MΦ

在国外,步槍槍管由含炭0.6~0.7%、屈伏点60公斤/公厘<sup>2</sup>、最后破裂强度90公斤/平方公厘及伸長率12~15%的碳钢制成。

表 4

鋼 号	化 学 成 份 %								
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	V
				不超过					
50A 槍管鋼	0.46~0.53	0.50~0.80	0.17~0.37	0.035	0.030	0.30	0.30	—	—
30XH2MΦ (0392)	0.25~0.35	0.35~0.60	0.15~0.35	0.035	0.030	0.6~0.9	2.0~2.5	0.25~0.35	0.15~0.30
38XCA	0.35~0.42	0.3~0.6	1.1~1.4	0.035	0.030	1.3~1.6	0.5	—	—

表 5

鋼 号	試驗时的状态	最后破裂 强度 $\sigma_b$ 公斤/公 厘 <sup>2</sup>	屈伏点 $\sigma_s$ 公斤/公 厘 <sup>2</sup>	延伸 率 $\delta$ %	断面 收缩 率 $\psi$ %	米納瑞氏 冲击值 $a_k$ 公斤公尺/公分 <sup>2</sup>	布氏压 痕直徑 公 厘
50A	退火或正常化以后	63~80	34	13	40	—	4.8~4.1
	淬火和回火以后	800~100	55	8	40	5	3.9~3.6
30XH2MΦ	淬火和回火以后	90	80	8	35	9	3.7~3.3
38XCA	淬火和回火以后	90	70	12	45	6	3.6~3.3

表 6

名 称	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	V	W
7.92公厘馬克沁輕机槍	0.75	0.44	0.49	0.019	0.017	0.06	—	—	—
7.92公厘勃朗宁重机槍	0.75	0.33	0.46	0.005	0.01	0.13	—	—	—
波 蘭 輕 机 槍	0.75	0.63	0.38	0.008	0.01	0.43	—	0.18	—
波 蘭 反 坦 克 槍	0.76	0.64	0.38	0.006	0.008	0.12	—	—	1.59

在英国和加拿大工厂中，机枪枪管用含碳0.5~0.6%，含铬0.75~1.25%，含钒0.13~0.25%，最后破裂强度为110~130公斤/平方公厘的铬钒钢。在美国司普利费尔德工厂中，步枪和机枪的枪管用铬钼钢制成。

波蘭陆军和德国陆军的各种枪械的枪管钢的化学成份列在表6中，它们的机械性能在表7内列出。

在所有这些类型中，高含碳量保证了很高的抗磨性，但使机械加工大为复杂化。

表 7

名 称	比例 極限	$\sigma_s$ 公斤/公厘 <sup>2</sup>	$\sigma_b$ 公斤/公厘 <sup>2</sup>	$\delta\%$	$\psi\%$	$\sigma_k$ 公斤 公厘/ 公分 <sup>2</sup>	布氏压痕 直径以毫 米計
7.92公厘馬克沁 机 枪	57	61	89	14	56	4.1	3.7~3.9
7.92公厘勃朗寧 重 机 枪	91	95	100	13	45	6.2	3.5~3.6
波蘭輕机枪	87	98	105	13	56	6.4	3.5~3.6
波蘭反坦克槍	89	96	105	11	47	5.0	3.4~3.5

### 第三章 枪管钢的生产

#### § 7. 枪管钢的熔炼

枪管钢是在容量40~80吨的碱性马丁炉和电弧炉(0392和38XCA号钢)内炼成的。

熔炼50A枪管钢所用爐料成份在表8内示出①。

爐料中所包含的全部材料都必需过秤。加裝爐料以前，应將爐內的残余金属和熔渣除去，用白云石填補爐底、爐坡和前后

① 根据主要兵工厂工艺法。

表 8

爐 料 成 份		數 量 %
鑄 鐵	木炭生鐵或焦鐵生鐵	20~30
	廢鐵	5
	錠鐵	1~1.5
廢平爐炭鋼	1 級	25~40
	2 級	25~40
	4 級	10以內
熔 劑	新焙燒過的石灰	6~7
	碎石灰石	8~9
	干燥鋁礬土	1

整，烘干爐子并堵上出鋼口。准备工作在充份向爐子送入煤氣和空氣時進行。

爐料應按嚴格規定的程序裝入。首先應將石灰石和重量輕的清潔的爐料(切屑、小塊鋼)直接加到爐底上，以保護爐底，免于受到爐料中沉重部分的冲击而損傷。同時，位在下部的切屑受到爐內氣體的氧化作用較少，而石灰石能夠更好的受熱，并防護生鐵所含的矽在氧化時所生成的  $\text{SiO}_2$  侵蝕爐底。生鐵的熔點較低，因即流向下方并熔解鋼屑和廢鋼，以此保證更迅速的熔化。

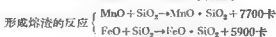
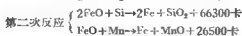
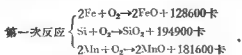
然後裝入 20~25% 的爐料鋼和鋁礬土，加熱 15~20 分鐘以後裝入爐料的剩餘部。八十噸平爐的裝爐時間為 4~4.5 小時。

裝料以後，為了縮短熔煉週期的延續時間(因為該時正進行着鐵和生鐵的雜質的最劇烈的氧化)，應將爐溫迅速提高。

平爐的熔煉過程可分為兩個階段：裝料和熔解、沸騰。

鋼的熔解應在最大熱規範下進行；此時，一爐并不出渣和加入附加劑，但鋁礬土粘土碎塊除外。

在熔解階段，進行以下的主要反應：



碱性平爐熔池中的鐵錳二矽酸鹽在有  $\text{CaO}$  時是不穩定的。

爐料完全熔解瞬間的表征是在爐底上沒有固體金屬塊（可用小的探查的方法檢驗）和在熔池的個別地方沒有發泡現象。

一當爐料完全熔解，應該仔細攪拌熔池並取出第一個試樣做 C, Mn, P, S, Ni, Cr 的化學分析。第一個試樣應大致含 C 1%，含 Mn 0.35~0.45%。

在沸騰期間發生：1) 鋼的最完全的脫氧並除去其中的硫和磷；2) 使鋼的含碳量及其他元素的含量達到規定值；3) 將鋼加熱到能保證正常地進行澆鑄的溫度。

為了有效的除去磷，金屬熔解後熔渣應該具有 1.4:1.5 的鹼性和 100~160 公厘的赫奇氏 (Гегри) 流動性。這可以用在熔煉最後加入石灰和鋁礬土的方法達到。

第一次試樣以後，加入重量為裝料金屬 2.5% 的塊狀鐵礦石 (150 公厘)。在第一次出流結束時取出第二次試樣做碳錳的分析以後，當碳分很高時，還應加入 1.5% 的礦石。爐渣可用自流和使用耙子的方法除出到它的總量的 70% 為止。

去磷期間的主要反應為： $2\text{P} + 5\text{FeO} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 + 5\text{Fe} + 35835 \text{卡}$



去磷結束是最后的渣流時間，此時是進行純沸騰的階段。然後分析 C, Mn 和 P 的第三次試件；磷的含量不應超過 0.01~0.012%。

在純沸騰時期，主要任務是尽可能地除去熔池中的一氧化鐵

和使碳量达到所需值。

純沸騰階段是在正常的、稠度和成份已確定的熔渣下，由熔池泡沫所引起的沸騰。這個沸騰期的特征是急劇的生成引起氣體（主要是一氧化碳）由金屬析出的流瀉。

在純沸騰時燒去 0.25% 的碳。在純沸騰期間，應每 15~20 分鐘取出試件以分析 C, Mn, P。在加入某一種合金劑以後，應取出試樣以確定各相應的元素。此外，主要為了確定氧化鐵，應將試件鍛成餅狀，當有氧化鐵時，在它的邊緣上即形成龜裂和裂縫。

沸騰時應檢查爐渣的流動性，爐渣不應該是稠的或稀的。稠的爐渣應加入乾燥的鋁礬土或粘土來改正，對稀的爐渣則應加入石灰或乾燥的細粒的石灰石。

碳素鋼爐渣試樣應：1) 在完全熔化期間；2) 在純沸騰的開始和結束時；3) 出鋼時，與金屬試樣同時取出

在熔煉合金鋼時，還要在加入鉻鐵之前取爐渣的試樣。

當熔池的碳分接近於給定的下限時，即開始使金屬脫氧。

在最後的脫氧的期間爐內應該保持正壓力（положительное давление），它的特征是火焰容易從加料口蓋下方探出。碳鋼用錳鐵和矽鐵脫氧，錳鐵以重 5~10 公斤的塊投入爐內，矽鐵則在出鋼時放入鋼水包（澆桶）內。脫氧的反應如下：



加入脫氧劑時，應攪動熔池並取出最後的金屬與爐渣的試樣以確定鋼的脫氧程度和它的溫度。試樣應完全鎮靜地澆出，小錠在冷卻時不應發出火花（有一氧化碳的表征），而經鍛過的鋼餅應該具有勻稱的邊緣，爐渣內的氧化鐵的成份不應超過 7%。

出鋼約在加入脫氧劑後 10 分鐘開始。使鍊成的鋼沿鍛燒過清潔的槽流入乾燥的並經過預熱的鋼水包內，在鋼水包內隨溫度之不同而將它保持 5~10 分鐘。普通是在 1550° 溫度下將金屬由鋼水包注入帶保溫帽的鋼錠模，鋼模預熱到 60°~100°



随鋼錠重量的不同可采用上注法或下注法。

随鋼錠重量和鋼的品号的不同，鋼錠在模內保持 1.5~3 小时，然后将模子打开。此时，鋼錠表面层的温度为 650~700°。

50A 号鋼的鋼錠放在干燥的地方在空气中冷却，0392 号鋼的鋼錠則在坑內冷却到 150°。

槍管鋼錠的重量(以公斤計)在表 9 列出。

表 9

澆 鑄 方 法	50号槍管鋼	38XCA	0392
下 注 法	2500	2300	1500
上 注 法	2000	—	700/1500

在每一个鋼錠上應該記上熔煉的号数、鋼号和鋼錠的澆鑄順序号。

### § 8. 鋼錠的檢驗試驗

鋼錠全部冷却后由工厂的技术檢驗科檢驗員和軍代重驗收。鋼錠驗收包括外部檢查和檢驗試驗。每一个鋼錠應該个别的加以观察。作外部檢查时，下列的鋼錠报废：

- 1) 有距离头部 100 公厘以上的橫向裂縫者；
- 2) 在澆鑄鋼錠时以間断的金属液流鑄成，未熔接部分的深度为 5 公厘以上者；
- 3) 有“脹起”的鋼錠；
- 4) 四个表面都不潔淨的鋼錠；
- 5) 沒有收縮头的鋼錠。

为了进行檢驗試驗，要根据鋼錠的澆鑄方法来選擇鋼錠。当用下注法时从第一个和最后一个錠鑄中各取一个鋼錠；如此时有二三个鋼錠是用上鑄法澆成的，則也应从其中取一鋼錠加以試驗。当用上鑄法时，从第三对和倒数第二对(按澆鑄的程序)鋼錠

中各取一个鋼錠加以試驗。檢管鋼錠應該經受的檢驗試驗在表10指示出。

表 10

檢 驗 的 種 類	鋼 號		
	50 A 檢管 鋼.....	30X12MΦ (0392)	18XCA
化學分析	作	作	作
機械試驗	作	作	作
按鐵鋼和鋼鋼的指標檢驗	作	作	作
按鋼坯的冷卻速度進行檢驗	不作	作	作
組織組織的研究:			
a) 橫向組織侵蝕	不作	作	作
б) 縱向組織侵蝕	不作	作	作
в) 巴島曼 壓印檢驗	作	不作	不作
熱腐蝕試驗	不作	作	作
非金屬夾雜物的檢驗	作	作	作
晶粒大小的檢驗	作	作	作
可淬硬性的檢驗	作	不作	不作

將選作試驗的鋼錠壓成直徑 130 公厘的圓棒或斷面為 100 × 120 公厘的長方形棒。

在切斷壓脫后的棒時，應從其上切出作檢查試驗的樣品和“立方塊”，例如由重量 700 公斤的鋼錠（壓成 Φ130 公厘的圓棒）切下三個樣品和一個立方體。

從鋼錠的頭部一方除去一定的金屬部分，然後切下樣品如圖 12 所示。立方體直接在第二個樣品之後切下。

由重量為 1500~2000 公斤及更重的軋成 100 × 120 公厘方棒

的鋼錠切下四件样品和一个立方体(圖 13)①。立方体直接在第三个样品后切下。



圖 12 从圓棒上取檢驗样品

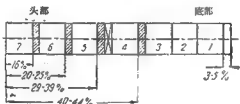


圖 13 由方棒取檢驗样品

样品的厚为  $40 \pm 5$  公厘，而立方体的高度为  $200 \pm 10$  公厘。在样品上应打上鋼錠號数和相当于切边百分数的数字(A-16, A-25 等)。冷却后将样品送实验室进行試驗。

### § 9. 化学成分的檢驗

用化学分析的方法确定鋼內各种元素的含量，以判別鋼的成分是否符合槍管鋼的标准。

取第二样品的切屑作为化学分析的試样。

如果鋼通过了机械試驗和其他的各种試驗，則允許它的成分与标准有如下偏差：炭  $\pm 0.02\%$ ，錳  $\pm 0.05\%$ ，矽  $\pm 0.08\%$ ，鎳合金鋼的鎳  $\pm 0.1\%$ ，錳合金鋼內的錳  $\pm 0.1\%$ ，炭鋼內的錳  $\pm 0.05\%$ ，鎢  $\pm 0.03\%$ ，硫  $+0.005\%$ ，磷  $+0.005\%$ 。

① 鋼錠的第五、六塊算作第二类鋼。

## § 10. 機械試驗

機械試驗用的試樣由立方體切下，并在阿姆斯特勒（Амстер）試驗機或加加林（Гагарина）壓力機上作拉伸試驗。

試樣的形狀如圖 14 所示，尺寸則在表 11 列出



圖 14 拉伸試驗用的試樣

表 11

試樣號數 №	$\frac{l_0}{d}$	尺寸以公厘計（見圖 14）								尺寸的許可偏差 <sup>a</sup>
		$d$	$d_1$	$d_2$	$h$	$l_0$	$l$	$L$	$r$	
1	8	10	14	20	16	50	80	112	4	±0.03
2	10	10	14	20	16	100	130	162	4	±0.03
3	5	11.29	14	20	16	50	80	112	4	±0.03
4	5	20	24	30	25	100	160	210	5	±0.05
5	10	20	24	30	25	200	260	310	5	±0.05
6	5	8	11	16	12	40	64	88	—	—
7	10	8	11	16	12	80	104	128	3	±0.03
8	5	6	8	12	7	30	36	50	1	±0.03
9	5	5	7	11	7	25	30	44	1	±0.02
10	5	3	4	5	4	15	18	26	0.5	±0.02

試件磨到所需的尺寸，并以 0.02 公厘以下的精度相互垂直的方向在三個斷面上（中央和二端）加以測量。試件沿長度的直徑變化許可在它的製造公差的半數範圍內。按所得尺寸中的最小值，以 0.5% 以下的精度計算試樣橫斷面的原始面積。

在不断地并且均匀地加大的载荷下，在試驗机上拉伸时确定出屈伏点。在拉伸时，应記下橫桿显著下降的时刻（在橫桿式試驗机上），或測力器指針的停止（也可能是下降）。所定出的点作为相当于屈伏点 $\sigma_s$ 的载荷 $P_s$ 。

当拉伸圖解的比例尺足够时，即当縱座标的1公厘不大于試样应力1公斤/平方公厘时，力 $P_s$ 也可以直接在拉伸圖上确定出。

〔备注〕规定1, 2, 3和4号試样；作为鋼的标准試样5号試样也与标准試样一样。当限于坯料的尺寸不可能制造所示的試样时，可以应用按比例縮小的5和7号試样，只在特殊的情形中方可用8, 9, 10号試样进行試驗，同时，在这些情形中应在記录上註明試样的尺寸并指明試驗所用的机器。

屈伏点由下一公式計算出，并化整到0.5公斤/平方公厘。

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F_0} \text{公斤/平方公厘}$$

为了确定最后破裂强度，將試样裝上試驗机，并不間的增加载荷直到試样破坏；此时，取最大的载荷为 $P_b$ 。最后破裂强度按下式計算并化到0.5公斤/平方公厘。

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0} \text{公斤/平方公厘}$$

伸長率 $\delta$ 按下式确定，并化整到0.5%

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100\%,$$

式中  $l_1$ ——破坏后的長度，以公厘計；

$l_0$ ——原始長度以公厘計。

为了确定試样破坏后的長度 $l_1$ ，应將它的兩部分尽可能紧密地接起，并以0.1公厘以內的精度測量。

断面收縮率 $\psi$ 按下式計算，并化整到0.5%

$$\psi = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \cdot 100\%,$$

式中  $F_1$ ——試样在破坏处的橫断面面积。

为了确定 $F_1$ ，应將試样的兩部分尽可能紧密的接起，并以

0.05公厘以下的精度从两个相互垂直的方向沿直径测量；根据直径的两个最小值确定  $F_1$  的平均数。

冲击韧性的检验试验是在夏培、阿姆司勒摆式冲击机或其他机器上进行，这些机器用来将试样作为自由支承在二支点上的进行弯曲试验；此时应用美氏(Монаже)或夏氏(Шарпи)型的试样，试样的尺寸示于表 12 (СТНВ-74)。

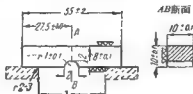


圖 15 一号美氏试样

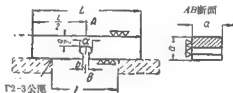


圖 16 夏氏试样(2号或3号)

除去端面以外，试样的表面应该磨过。试样切口外的断面应以不低于 0.05 公厘的精度测量之。如果切口处的断面尺寸在规定的公差范围以内，则试样即认为是合格的，并将它的名义值当作面积。

按以下公式计算出并化整到 0.1 公斤/公分<sup>2</sup> 所得出的冲击值  $a_k$  即表示试验时的特性。

$$a_k = \frac{A_k}{F} \text{ 公斤公尺/公分}^2。$$

试样破断后化整到 0.1 公斤公尺的冲击功  $A_k$  由直接以公斤为刻度的标度尺确定，或按摆的张角(以度计)由下式确定：

試样号数 №	試样名称 及 略 号	切口处断面 面积的 名义尺寸 以平方公 分計	尺 寸 以	
			a	L
1	Морган 美(M)氏	0.8		
2	夏 氏 Шарпс (Ш-10)	0.5	$10 \pm 0.1$	$55 \pm 2$
3	夏 氏 Шарпс (Ш-15)	0.12	$15 \pm 0.2$	$90 \pm 2$

$$A_k = pl(\cos\beta - \cos\alpha).$$

式中  $p$ ——摆的重量，以公斤計。

$l$ ——摆的长度，以公尺計。

$\alpha$  和  $\beta$ ——在試样破坏前后摆的相应的升角。

### § 11. 鋼的熔煉和澆鑄条件的檢驗

在这种情形中，檢驗熔煉記錄簿中关于出鋼和鑄鋼的記錄。此时下面几种鋼錠报废：1) 经过鋼水包口鑄成的；2) 用上注法澆鑄时塞棒未封闭使保温帽內撥被冲下的情况下鑄成的；3) 由間断的鋼水鑄成的；4) 用下注法澆鑄至收縮头为止再用上注法澆滿收縮头的；5) 如果用上注法或下注法鑄鋼时金屬与渣一起流出；6) 当自熔爐二次放入金屬于同一鋼水包而未預先除去渣液者；7) 將金屬放入不清潔的鋼水包时。

### § 12. 按冷却速度檢驗鋼錠和初軋鋼坯

当 0392 和 38XCA 鋼的鋼錠和初軋鋼坯冷却时应画出冷却曲线，將此曲线与檢驗書，一起送交熔煉檢驗。采取这样程序是因为这些牌号的鋼很容易生成晶体間的裂縫和白点。所以應該在  $450 \sim 150^\circ$  的温度范围內使它們很慢地冷却，特别是大的鋼錠。

表 12

公 厘 計 (見 圖 15 和 16)				試驗時沖擊機 支點間的距离 以公厘計
$\frac{L}{2}$	$\frac{a}{2}$	$d$	$b$	
圖 15				$40 \pm 0.5$
$27.5 \pm 1$	$5 \pm 0.1$	$1.5 \pm 0.1$	$0.7 \pm 0.2$	$40 \pm 0.5$
$45 \pm 1$	$7.5 \pm 0.2$	$2 \pm 0.05$	$1 \pm 0.2$	$80 \pm 0.5$

鋼錠的冷卻速度不應超過每小時  $15^{\circ}$ 。

### § 13. 粗型組織研究(СТНВ-75)

粗型組織用侵蝕法進行研究。

橫深粗侵蝕的目的是找出多孔性、皮下氣泡、外心偏析、裂縫和金屬的其他各種缺陷。橫深粗侵蝕的方法能夠最完全地暴露金屬的全部缺陷。

侵蝕可以應用：1) Кошмен 試劑；2) 鹽酸的水溶液(50%)；3) “38-12-50” 試劑；4) 硫酸的水溶液(20~30%)；5) 過硫酸銨；6) 苦味酸的水溶液；7) Гейн(格因)試劑；8) Осергоффер(阿別果菲爾)試劑；9) Бауман 巴烏曼試劑。

為了作深粗型侵蝕，多半應用 Кошмен 試劑和鹽酸的水溶液(50%)。

Кошмен 試劑包括 65 分比重為 1.19 的工業濃縮鹽酸；10 分比重為 1.84 的工業用濃縮硫酸和 25 分水。

用 Кошмен 試劑可以發現化學上的和晶品的不均勻性、各個物理上的缺陷(原縫、泡沫、氣泡、多孔、雜物)，樹枝狀結構和鋼的粗型組織。



用 Кешин 試劑作浸蝕時，應以粗磨的方法(用一號金剛砂)準備粗型試片，隨後用汽油或酒精去脂。在預熱到  $60^{\circ}\sim 70^{\circ}\text{C}$  的溶液中进行浸蝕；這個溫度在整个浸蝕的時間內都要保持。試樣在放入槽內以前，最好在熱水或砂槽內加熱到  $60^{\circ}\sim 70^{\circ}\text{C}$ 。

浸蝕的延緩時間隨鋼的品號而定，普通為 15~60 分(上限用于高合金鋼)。

浸蝕以後，應將試樣在水中仔細洗滌，并用鹽或鉀碱將剩余的酸中和。

鹽酸的水溶液包含 50 分工業用濃輪鹽酸和 50 分水。

試樣的浸蝕準備工作和應用 Кешин 試劑時相同。浸蝕用的溶液應預熱到  $70^{\circ}$ ，並要在整个浸蝕期都要保持這一溫度。試樣也應該預熱到  $60\sim 70^{\circ}$ 。

浸蝕的延緩時間隨鋼號而定：

低碳鋼(C 在 0.2% 以下)……15 分。

中碳鋼(C 在 0.25%~0.4%)或低合金鋼(25H, 25H3, 25CT, 15X, 35X)……30 分。

中碳鋼和高碳鋼(0.4~1.0% C)和中合金鋼。(12XH2A, 30XH3, OXMF, OXCM, OXM)……45 分。

高合金鋼(OXH, 3M, OX2HM, OXH4M, Pф)……60 分。

試片在浸蝕之後便應用熱水仔細地洗淨，并抹上鹽或鉀碱以中和酸的痕跡。

粗型組織的性能根據特種的標度得出，這種標度的制定可适用于每一個別情形中所研究的各种制件；這標度應以標準的形式固定起來。此外，浸蝕結果的性能可根據所附帶的显微照像來給出(在显微相片上必須指出放大倍數和試劑)，或者是詳細的說明粗型組織，指出它的主要特點。

- 1) 有無樹枝狀結晶結構，以及有否纖維或顆粒結構。
- 2) 樹枝狀結晶的尺寸和方位或纖維的方向。
- 3) 晶粒結構的個別區域的伸長。
- 4) 偏析帶的特性和發展程度(個別的註明軸外偏析和點偏

析中的特点)。

5) 有否白点、裂缝、晶間裂缝和其它各种破坏紧密組織的缺陷。

6) 有否肉眼看見的夹杂物(非金屬的和金屬的)。

#### § 14. 巴烏曼印痕檢驗

按巴烏曼印痕可以确定硫沿着被研究物体的断面的分佈特性, 以及在压延时鋼錠头部应除掉的百分数。

試样表面的准备工作包括用沙紙將它粗磨。为了取得印痕, 將所需尺寸的溴化銀的照相紙放在 5% 的硫酸水溶液中浸 5~10 分鐘。然后將感光紙輕輕压上兩張吸水紙, 并小心地將它放在預先用酒精或汽油洗淨的(为了去脂)試样表面上, 用橡皮棒浪压或用棉花拭擦將試样压紧到紙上以完全排除空气泡。照相紙应在試样上保持 3~5 分鐘。

当硫酸作用于金屬的亞硫雜質时, 即析出硫化氫:



硫化氫与感光紙的溴化銀鹽相互作用即生成硫化銀(暗黑色)。



感光紙上所得的斑点即表示存有亞硫的雜質。

用清水將从样品折下的紙片冲洗, 在 10% 的連二亞硫酸鈉水溶液中浸 10~15 分鐘, 然后晾干。

由鋼錠头部除去部分的重量百分数通常为 30~40%, 而底部重量为 3~5%。

如果在檢驗鋼錠試驗时發現按偏析情况它們應該全部报废(收縮头部分的排除量大于 40%), 則在重試这爐鋼时應該取双倍数量的鋼錠。如果再作試驗的鋼錠也要报废, 則整个这一爐鋼应作其它的用途。

## § 15. 墊圈折斷檢驗

用折斷墊圈的方法來發現金屬的層理、白點、非金屬夾雜和磷汚度。

檢驗的內容是將浸蝕後的試樣切開口，使斷口的尺寸為 18~25 公厘。然後將切下的試樣在 20~25° 的水中冷卻淬火（對於進行硬化的材料為 60~80°），並用錘打圓。

如在斷口有氧化帶、裂縫、白點和明顯的層理時，即應據此將鋼報廢。

## § 16. 縱向的粗型浸蝕

縱向粗型浸蝕是橫向粗型浸蝕和墊圈折斷的補充試驗：在作橫向粗型浸蝕或折斷墊圈時所得出的結果有疑問時使用此法。作縱向的粗型浸蝕時，可發現多孔、裂縫、白點、暗色的偏析帶和非金屬夾雜物。

## § 17. 非金屬夾雜物檢驗

檢驗的目的是發現金屬中有否氧氣物 ( $Al_2O_3$ ,  $FeO$ ),  $MnO$ ,  $FeSiO_3$ ,  $MnSiO_3$ ) 和硫化物 ( $FeS$  和  $VinS$ )。在蘇聯工業部門的工廠中，這種檢驗是附加的，並不作為金屬質量的主要檢驗法。

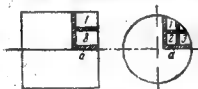


圖 17 先檢驗非金屬夾雜物而切取試塊



圖 18 磨片檢查程序

- 應用最普遍的是下面兩種檢驗方法：1) SKF——電值鋼；  
2) 斯維特冶金協會 (Шведского Общества) 的標準。第一種方法比較簡單，但準確度較差，第二種方法比較準確，但不方便。

SKF 方法的要点如下：从制备机械試驗用試样的“立方体”上切下尺寸为  $15 \times 15$  及  $20 \times 20$  公厘的試塊(圖 17)。將 a 平面研磨，打上鋼錠的字母、熔煉的号数，并指出切边的百分数。然后将磨片油冷淬火，并在放大 100 倍的显微镜下察看未經浸蚀的形状。为了察看將磨片安装在显微镜的小台上使被观察表面严格地垂直于物鏡——目鏡筒的軸綫。磨片的受观察面可以想像的分成若干区域并进行观察，如圖 18 所示。所看到的面的大小应该相应于分級的标准相片的圖样(直径等于 0.8 公厘)。級数系按着在整个磨片上所找到最大的夹杂物来确定的。

当級数的結果不良时，应该作試样中非金属夹杂物的附加檢驗(圖 19)，这种試样是由选交作熔煉檢驗的二个鋼錠上所取下的。

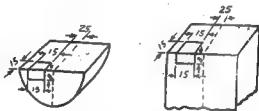


圖 19 从鋼錠切下样品

必須注意，确定級数用的分級系对于压缩程度(鍛造变形率)在 3~6 范围内的鋼所拟出；对于变形程度大的，这种分級不适用。

### § 18. 晶粒大小的檢驗

其目的为确定鋼的奧氏体晶粒的尺寸。

为了确定顆粒的尺寸，奧氏体晶粒的边界用特种試件渗炭的方法發現出来。

尺寸为  $10 \times 10 \times 20$  公厘的試样(一般用是两个)从立方体上切下。試件的表面应该沒有鱗片和任何髒污。为此，渗炭前应该

用粗砂紙將試樣表面磨過。然後，將試樣放到由 60 分棒木炭和 40 分炭化鋁所組成的滲炭劑的鐵箱內。試樣安放在箱內時其間隔不得小於 30 公厘。然後將箱密閉，并用粘土塗封以後烤干。

滲炭在  $925^{\circ}\sim 940^{\circ}\text{C}$  的溫度下進行。為此，應將箱放入馬弗電爐并以每小時  $200\sim 250^{\circ}\text{C}$  的速度加熱到上述的溫度。試樣在這種溫度下保持 8 小時，與爐子一起冷卻到  $600^{\circ}\text{C}$ （冷卻的延緩時間約為 10 小時），然後在空氣中冷卻。

在滲炭以後將試樣的一個平面磨去 2 到 3 公厘深的表面層，并在這一面上制出磨片。

用這種方法制成的試樣應在沸騰的苦味酸鈉的溶液內浸蝕 45 分鐘。這種溶液是由 100 公分<sup>3</sup> 的 20% 苛性鈉水溶液和 2 克苦味酸合成。溶液的溫度為  $90^{\circ}$  到  $100^{\circ}\text{C}$ 。

晶粒的大小在 100 倍的金相顯微鏡上確定。晶粒尺寸的特性用比較的方法或直接測量的方法按 ASTM 八級分級確定（圖 20）之。

### § 19. 可淬硬性檢驗

這種檢驗方法用于 50A 號鉛管鋼。

檢驗的方法先由立方體上切取美氏型的試樣，將此試樣在鉛槽內加熱以避免脫炭，加熱到  $830\sim 850^{\circ}\text{C}$ ，在此溫度下保持 4~5 分鐘，然後在油內冷卻，再後在洛氏試驗機上在四個點上確定其硬度，如圖 21 所示。如果僅測在點 3 和 4 上的示數小於  $RC=42$  時，則還應在與點 3 和 4 並列的二點上進行檢驗。當結果不良時，應將試樣重新淬火，因為示數不夠可能由於熱處理不正確而造成。



圖 21 測定硬度的位置

## 第四章 管毛坯的制造

### § 20. 鋼錠的壓軋和壓延

在檢驗試驗以後，這一爐的全部鋼錠都應加以壓延。鋼錠在初軋機或 750 軋鋼機（軋輥直徑為 750 公厘）上壓軋。重量為 1500 公斤及更重的鋼錠在初軋機上壓軋，在軋鋼機上則軋重量為 750 公斤的鋼錠和鋼錠在初軋機壓軋後所得的初軋鋼坯。鋼錠在連續式加熱爐內加熱。表 13 示壓軋的加熱規範，而表 14 則指出了在初軋機上壓軋時鋼錠為了加熱而在爐內停留的平均時間。

對於 750 軋鋼機，鋼錠或初軋鋼坯的總加熱延遲時間縮短到 4.5 小時。為了在初軋機上將重量為 2000 公斤的鋼錠壓軋到 100° 公厘的尺寸，規定在翻復 8 次之下軋 21 道。在 750 軋鋼機上壓軋

表 13

設	50A 檢管鋼		0392 鋼	38XCA 鋼
	初軋機	750 軋鋼機	初軋機	初軋機
裝爐	700°C	700°C	600°C	600°C
出爐	1100~1180°C	1100~1180°C	1140~1180°C	1100~1150°C
壓軋終了	870°C	800°C	900°C	900°C

表 14

階	時間以時計		
	50A 檢管鋼	0392	38XCA
850° 以前	4	5.5	4
出鋼溫度以前	2	3.3	2
出鋼溫度下的延遲時間	1	1.2	1
總時間	8	10	8

到尺寸 $\leq 130 \pm 3$  公厘时，要翻复 6 次轧 13 道。

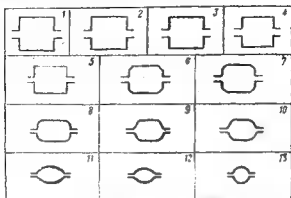


圖 22 在 750 軋鋼机上压延时，鋼錠尺寸和形狀的改变

圖22上表示在 750 軋鋼机上压延时鋼錠尺寸和形狀的改变情形。此时尺寸的改变情形如下：第一道  $258 \times 310$  公厘；第二道  $218 \times 310$  公厘；翻轉。第三道  $258 \times 310$  公厘；第四道  $218 \times 310$  公厘；翻轉。第五道  $222 \times 228$  公厘；第六道  $181 \times 228$  公厘；翻轉。第七道  $191 \times 190$  公厘；第八道  $161 \times 190$  公厘；翻轉。第九道  $159 \times 168$  公厘；第十道  $133 \times 168$  公厘；翻轉。第十一道  $135 \times 138$  公厘；第十二道  $120 \times 166$  公厘；翻轉。第十三道  $128 \times 131$  公厘。

此时所得到的鋼条長 6.6 公尺，压过 13 道后压縮率大約 80%。

經初軋机或 750 軋鋼机上压軋后所得到的鋼条应分切成段，如圖 12 和 13 所示（此时不取样品）。各段鋼料的用途如下：第一、二、三、四段鋼直接用来压延軋管坯料，第五、六段作为商品鋼，而第七塊为廢品应再加熔煉。用以压延軋管坯料的各段平均重量为 75~100 公斤，各段的長度为一公尺。

当自鋼錠的收縮头部分的一边除去材料超过重量的 30%

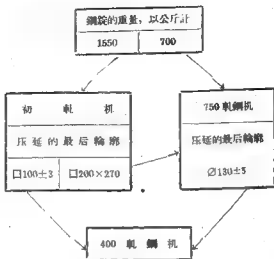


圖 23 鋼錠壓延過程

時，第四段也應用作較次要的零件。普通，壓軋後鋼錠頭部除掉的百分數約為重量的 30%，而底部則約為 3~5%。在每一段上應打上從鋼錠的底部一邊起始的順序號、熔煉號、鋼號和工作組的印記。

用 50A 槍管鋼壓成的鋼條列成堆地在空氣中冷卻，0392 和 38XCA 號鋼則在坑內冷卻。對於 0392 號鋼，將坑預熱到 250°；所裝金屬的溫度不應低於 750°。先以每小時 35° 的速度冷卻到 400° 然後再以每小時 10° 的速度冷卻到 150°。

對於 38XCA 鋼應將坑烤干；所裝的金屬的溫度不應低於 500° 先以每小時 35° 以內的速度冷卻到 400°，然後以每小時 10° 到 15° 以內的速度冷卻到 150° 這些牌號的鋼的這種冷卻規範是由於它們對結晶間裂縫和白點有很大的敏感性。

冷卻以後，應該用風壓清理用作軋制槍管毛坯的各段鋼錠的表面，同時除去所有的外部缺陷（淺縫、結疤、摺疊、氣泡等），



然后再作检查。枪管毛坯的下步的压延在 400 軋鋼机上（軋輥直徑 400 公厘）进行。

各种不同的枪管毛坯的压延是有些不同的，这主要是在最后尺寸方面，例如，对于 1891/1930 年式的步槍最后尺寸为  $24 \pm 0.5$  BC—12.7 公厘为  $48 \pm 0.8$ ；14.5 公厘 ПТФ 为  $48 \pm 0.8$  等。

为了軋制，应在連續式加熱爐內將坯料加熱。軋制的开始溫度为  $1100 \sim 1150^\circ$ ，最終溫度約为  $900^\circ$ 。加熱的延遲時間約为 2 小时。

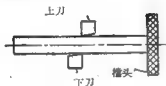


圖 24 條鋼的切斷簡圖

冷卻後應檢查軋成的鋼條，然後送往鍛造車間。

鋼錠壓成槍管毛坯鋼條的程序如圖 23 所示。

## § 21. 槍管毛坯的鍛造

條鋼在檢查後和鍛造前應在壓床上切成段（圖 24）。各段的長度對於各種型式的武器是不同的，例如，對於 1891/1930 年式步槍槍管的坯料長為  $960^{+18}$ ，BC 為  $1525^{+40}$ ，14.5 公厘 ПТФ 為  $1525^{+40}$  等。

不久以前，坯料是在沖出力為 250~500 公斤的專門蒸汽爐上鍛造的。例如，重量約為 10.5 公斤，尺寸為  $51 \times 51 \times 514$  用作馬克沁機槍的兩個槍管的毛坯的製造包括以下各工序：

1. 將毛坯加熱到  $1120^\circ\text{C}$ （在燃燒石油的特种縫式加熱爐內）。
2. 將毛坯鍛成圓形。
3. 鍛兩槍管的尾部。
4. 將一根槍管加熱。
5. 引伸槍口部分。
6. 將一根槍管加熱。
7. 將一根槍管的槍口部分作最後加工並截掉重余的金屬。
8. 打熔煉號。

在繼續二个榫管接口部分时，以上工序重复进行。兩根榫管經五次加热鍛成。

1891/1930 年式步槍槍管的鍛造工艺过程在圖 25 上示出。

近来，鍛造是在 Аякс 和 Соотас (鍛步槍槍管等) 和 Эямуро

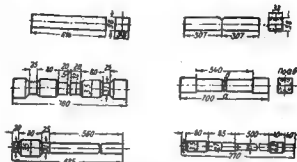


圖 25 1891/1930 年式步槍槍管的鍛造工艺过程的工序卡片

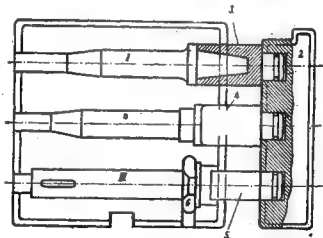


圖 26 頂般馬克沁抗槍槍管用的三模膛冲模

(鍛 ПТП 和 BC 槍管) 特种臥式鍛造机上頂鍛毛坯的一端或兩端 (隨槍管毛坯的形狀而定)。

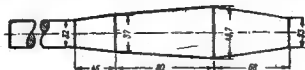


圖 27 在第一模膛內頂鍛後的 ITM 槍管毛坯

為了頂鍛毛坯的端部，在瓦斯爐內加熱到  $1150 \sim 1200^{\circ}\text{C}$  (對於 50A 槍管鋼，上限不應超過  $1180^{\circ}\text{C}$ ) 並在此溫度下保持 20 分鐘。被加熱的毛坯一般是在三模膛的沖模中進行頂鍛的 (圖 26)。在第一模膛進行頂端的預鍛 (圖 27) 第二模膛為精鍛，在這一模膛中使毛坯取得所需的形狀和最終尺寸 (圖 28)，在第三模膛中，切去頂鍛時所形成的毛刺。

1891/1930 年式步槍槍管的尾部在四模膛沖模中進行頂鍛。頂鍛完了時的溫度不應低於  $950^{\circ}\text{C}$ 。



圖 28 在第二模膛中頂鍛後的 ITM 槍管的毛坯



圖 29 ПТП 14.5 公厘槍管的毛坯

\* 頂鍛沖模包括 (圖 26) 模子 1，沖頭架 2，第一工序用的沖頭 3，第二工序用的沖頭 4，第三工序用的沖頭 5 和切刀 6。在

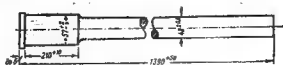


圖 30 12.7 公厘 EC 机枪的槍管毛坯



圖 31 1891/1930 年式步槍槍管的毛坯

頂鍛時，槌子的活動半邊將毛坯加壓阻止它移動但是沖頭則移動而使被加熱的金屬變形，使毛坯得到所要求的變形。第三工序的沖頭將毛坯推向切刀，切去在精細校內所形成的毛刺。

尾端經頂鍛後的一些槍管毛坯在圖 29、30 和 31 上畫出。

這種形成槍管毛坯的方法能使金屬節約很多，並在槍管承受火藥氣體最大壓力的部分上造成金屬纖維良好的分佈。

圓柱形槍管的毛坯，例如  $\Delta\Pi$  是不鍛的，它是直接在小型的 400 軋鋼軋上直接壓延而成（圖 32）。



圖 32  $\Delta\Pi$  輕机枪三根槍管的毛坯

## § 22. 槍管毛坯的熱處理

50A 號鋼槍管毛坯的熱處理包括退火或正常化和回火（可能沒有回火），而由特殊鋼（0392 和 38XCA）制成的毛坯，則包括正常化、淬火和回火。

退火的作用是消除毛坯在頂鍛或鍛造時所發生的內應力，改善鋼的組織以準備作進一步的熱處理和降低硬度，從而改進它在

深鑽和外部粗車時的加工性能。

為了退火應將毛坯加熱到（對炭鋼） $A_{c1}$  和  $A_{c3}$  點間的温度，然後緩慢的冷卻。

正常化和退火的用途一樣，是加熱到  $A_{c3}$  點以上的温度，然後在空氣中冷卻。

槍管毛坯要在下述情況下作正常化處理，即在鑄造時有了過熱，因而金屬的組織變成粗晶粒時。正常化之後，在檢驗槍管作硬度試驗時毛坯的硬度如高於  $H_B = 180$  時（壓印的直徑小於 4.45 公厘），則這一批槍管應該進行回火，方法是將鋼加熱到不超過  $A_{c1}$  點的温度，然後冷卻。

當 1891/1930 年式步槍槍管（槍管鋼牌號為 50A）熱處理時，退火、正常化和回火的規範，以及所使用的爐子列在表 15 內。

用炭鋼作成的槍管要在深鑽和第一次鉸孔以後淬火和回火，這是因為炭素鋼的可淬硬性不足。由特殊鋼製成的槍管毛坯因為可淬硬性良好，所以在機械加工前作最後熱處理。這種毛坯的熱處理包括正常化、淬火和回火。ПТР 槍管（38ХСА鋼）和 50 槍管（0392 鋼）的熱處理規範和應用的爐子均在表 16 內列出。

### § 23. 退火後的槍管檢驗試驗①

經過預先熱處理的（退火或正常化、或正常化和回火）槍管毛坯應進行試驗，以確定它們的硬度、機械性能和顯微結構。

硬度試驗，選擇 3% 的毛坯在布氏壓力計上進行，圓球直徑 10 公厘，載荷 3000 公斤，延續時間 15 秒。它們的硬度應該是  $H_B = 150 \sim 180$ ，這相當於壓痕直徑 4.45~4.85 公厘。

機械試驗，應在交來的一批內抽出 3% 的毛坯（但不應少於二件）來進行。從作試驗的每一個毛坯上由槍尾部和槍口部切下二個試樣（圖 33、34 和 35）。

① 經最後熱處理的槍管的檢驗試驗將在以後研究。

表 15

热处理	爐	子	裝入爐內的 毛坯數量	溫度以℃計		延緩時間		冷卻
				裝爐時爐溫	金屬加熱	加	在規定溫度下維持時間	
正常化		球形爐底的煤氣爐 伸縮式木柴爐 伸縮式煤氣爐 格魯英夫斯基式爐 護板式爐 灶式煤氣爐	120~140 ± <sup>100</sup> 1000 ± <sup>100</sup> 1000 ± <sup>100</sup> 200 ± <sup>100</sup> 100 ± <sup>100</sup> ± <sup>100</sup>	830	820 <sup>±20</sup>	2小時15分±15分 9 <sup>±1</sup> 小時	15分 1小時 1小時	空
				830	820 <sup>±20</sup>	5 <sup>±1</sup> 小時	15分	
				830	820 <sup>±20</sup>	1小時15分±15	15分	
				730~830	820 <sup>±20</sup>	1小時15分±15	15分	
				730~830	820 <sup>±20</sup>	1小時15分±15	15分	
回火		灶式煤氣爐 格魯英夫斯基式爐 護板式爐 伸縮式木柴爐	180 <sup>±20</sup> 600 ± <sup>50</sup> 290 ± <sup>50</sup> 1000 ± <sup>100</sup>	560~660	650 <sup>±10</sup>	3小時45分±15 5 <sup>±1</sup> 小時	30分	中
				560~660	650 <sup>±10</sup>	5 <sup>±1</sup> 小時	30分	
				560~660	650 <sup>±10</sup>	5 <sup>±1</sup> 小時	30分	
				不超過660	650 <sup>±10</sup>	9 <sup>±1</sup> 小時	1小時	
				不超過750	740 <sup>±10</sup>	3小時45分±15 5 <sup>±1</sup> 小時	30分	
火		灶式煤氣爐 伸縮式煤氣爐 伸縮式木柴爐	180 <sup>±20</sup> 1000 ± <sup>100</sup> 1000 ± <sup>100</sup>	不超過750	740 <sup>±10</sup>	5 <sup>±1</sup> 小時	1小時	和爐子一起到650℃
				不超過750	740 <sup>±10</sup>	9 <sup>±1</sup> 小時	1小時	
				不超過750	740 <sup>±10</sup>			

表 16

热处理	爐	裝入爐內的 毛坯數量	溫度以℃計		延 緩 時 間		冷 卻	
			裝爐時 溫度	金屬加熱	升溫時間	在規定溫度 下維持時間	介質	溫度℃
正常化	HTP 鉛管							
	伸縮式煤氣爐	80~100	850~900	900~920	7 士 1 小時	1 小時	空氣	
淬 火	格魯莫夫斯基 式	18	930~940	930 士 <sup>10</sup>	1 小時 10 分	20 分	水	30~70
回 火	格魯莫夫斯基 式	60	640	640~650	—	2 小時	浸入水中	
正常化	B C 鉛管							
	格魯莫夫 斯基式	60~70	790~890	880 士 <sup>10</sup>	2 小時 15 分 士 <sup>15</sup>	30 分	空氣	
淬 火	伸縮式煤氣爐	165 士 <sup>16</sup>	—	880 士 <sup>10</sup>	7 士 1 小時	1 小時	空氣	
	護板式爐	36	870~890	880 士 <sup>10</sup>	1 小時 15 分	15 分	油	30~80
回 火	護板式爐	35~45	560~600	650 士 <sup>10</sup>	3 小時 30 分 士 <sup>10</sup>	30 分	空氣	
	格魯莫夫 斯基式	100 士 <sup>10</sup>	560~630	650 士 <sup>10</sup>	3 小時 30 分 士 <sup>10</sup>	30 分	空氣	

1. 在規定溫度下持續加熱後，測定布氏硬度，根據硬度可增長延緩時間。
2. 對於淬火加熱可沿傾斜爐條，每隔 15 分鐘將 G 件在後爐口裝爐，並每隔 15 分鐘通過前爐口放出 G 件。
3. 對於回火加熱可將細坯分成二列裝爐，上層毛坯堆的有一定間隔。根據試樣硬度試驗的結果，加熱的延緩時間可以增加，在特殊情況下回火溫度可以提高到  $670^{\circ}$  或降低到  $600^{\circ}$ 。



圖 33 由 1891/1930 年式步槍槍管毛坯切取試樣



圖 34 由 17 槍管毛坯切取試樣



圖 35 由 20T 槍管毛坯切取試樣

機械試驗（與以前所述的相似地進行）的結果應該與表 5 內的數據相符合。

試杆斷口的特征，按砲兵斷口等級確定（圖 36）。

顯微分析可以確定鋼含非金屬夾雜物的髒污度，還可以確定預先熱處理進行的正確性。

顯微研究用磨片來作，磨片是從用作破裂試驗的試樣頭部切下的。

如果一批毛坯的試驗結果所給出的結果不良，則應重復的毛坯來重作試驗。根據重試的結果可作再次的熱處理，這種熱處理可包括回火、退火或正常化。



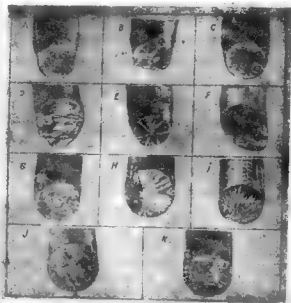


圖 36 断口的等級

A—碗狀暗灰色纖維断面。B—碗狀暗灰色纖維断面，但碗狀的週邊有部分被破壞。C—断口的圓因為光亮的微晶粒，而中心為暗灰色纖維。D—断面凸部為暗灰色層狀，也叫做薄片狀。E—內部有星形突起的暗灰色纖維断面（有時呈碗狀）。F—暗灰色斜断面。G—“U”狀断面。H—帶有支臂形縱向夾渣的複雜形断面。I—細晶粒暗断面。J—中等晶粒光亮的断面（比I的大）。K—大晶粒光亮的小雪，堆狀的断面。

## 第二篇 槍管的機械加工

### § 24. 槍管機械加工概論

槍管機械加工包括槍膛加工和它的外表面加工。槍膛加工是工藝過程中最具特征性和最專門化的工序。這些工序同時也是最繁重的，需要予以特別注意和配備高度熟練的工人。槍膛加工工序是工藝過程的基礎，它往往決定了整個生產的週期。這些工序的加工方法、設備、刀具和夾具對於各種不同槍管來說基本上都是相同的；製造槍管時，它們总的配置程序也大致是相同的。

槍膛的加工一般是在槍管外部加工之前，因為膛圈是其它幾個部位加工的主要基準，如能事先將它制成，能夠大大的減少廢品產生的成然率，這種成然率主要是由於深孔鑽削工序的特點所造成的。

槍膛的工藝過程包括膛綫部分的加工和彈膛部分的加工。

組成上述工藝過程的各個工序，不可能有一嚴格的能夠適用於所有型式槍械的順序。但通常，一般形成彈膛的最后工序永遠是在槍膛的膛綫部分作最后精飾完成的。也就是說只有在這樣的條件下，才有可能利用膛綫部分用作基準使彈膛的軸綫和膛綫部分的膛綫精確的重合。

槍膛的製造過程可分成三個基本階段：1) 用鑿和鉸的方法在槍管內形成光滑的槍膛；2) 在槍膛表面上形成膛綫；3) 形成彈膛。

以上所說的每一個階段中都包括若干個工序，這些工序都隨它的特点之不同而對基本工序帶有準備或終結的性質。準備和終結工序和完成基本工序的方法緊密的聯繫着。在研究第二個階段時這種關係尤其明顯，因為形成膛綫的方法不同，工序的數量和性質也隨之而不同（圖 37）。

槍管的外部加工方法很多，這是因為槍管的外形各不相同。

而且个别的枪管更为特殊。但对于一般枪管，外部加工工艺过程通常的阶段是：1) 车外圆；2) 枪管尾端面的加工；3) 枪口面加工；4) 与机匣连接部位的加工；5) 几个螺纹部位的加工。

这些工艺阶段与枪膛加工相同，在许多情况下都包括若干基本工序和准备工序，其准备工序在车外圆时是特别明显的，因照例，在车外圆前要先车出中心架用的頸部。

车外圆的工序永远都早于各外部部位的加工，且在大多数的与枪膛加工中的个别工序交替进行。

枪管尾端面的加工也包括若干工序，且永远与弹膛加工及枪管与机匣连接部位的加工相配合。枪管与机匣连接部位的加工工序应在枪管外部加工和尾端面的加工以后。枪口面的加工工序通常是在枪管外部加工的工艺过程的最后。

在研究枪管机械加工工艺过程的同时，应该指出占有特殊地位的许多工序。其中必须包括“修整”工序组和辅助工序组。

带有修饰性和校正性的工序叫做修整工序。除去按阴影校正枪管以外，并不是所有的枪管都要经过这些工序，而是在枪管完成了主要工序但带有可修正的缺陷，这按照需要的程度来决定。在枪膛加工时修整工序是应用得最广泛的。

在辅助工序组内主要包括枪管的清理和潤滑，这些工序是遵循整个工艺过程中的。

## 第五章 枪管的深孔鑽削

### § 25. 鑽深孔前的准备工序

鑽枪管的深孔是制造枪管的最重要工序之一，因为整个工艺过程的进行和本工序进行的正确性是有很大的关系的，所以，对于深孔鑽削工序提出一系列的要求，其中主要的是：

- 1) 孔的实际軸綫应该是直綫的。
- 2) 孔的軸綫应该与毛坯的軸綫重合，即鑽孔时鑽头不应与几何軸綫有偏差。

3) 孔應該是圓柱形的。

4) 孔的表面質量應該很高。

只要是這些要求中的一項沒有達到，就必須在槍管製造的工藝過程中加入一些附加工序，而且有時直接在鑽孔以後甚至有時在最後，還要將部分槍管報廢。所有這些都使得必須給予鑽孔鑄劑以很大的注意。

鑽孔的結果主要是為了取得與外表面同心的孔，並使它的軸繞成直線。這在很大程度上決定於細心地完成準備工序，這些準備工序能為鑽孔創造必要的有利條件。

對於所有的槍管，鑽孔鑄劑前的典型工序為：1) 按熔煉爐號將毛坯分類<sup>①</sup>；2) 校正槍管毛坯；3) 切槍尾端面，切去槽口部分的多余材料和在槽端面（通常只一個槍尾端面）鑽中心孔；4) 車外圓（在蘇聯工廠中以前只車口徑 20 公厘的槍管）；5) 將熔煉爐號移到圓柱形表面上（如原來爐號打在毛坯端面上時）。

為了將爐號相同的各批槍管投入生產，有必要將毛坯按熔煉爐號加以分類。首先這就使得有可能在發現該爐金屬的質量不合格時，立即將由全部屬於該爐的槍管停止作機械加工，同時又為每一個別情況下規定最有利的切削用量造成最好的有利條件。此外，為了在制成的槍管上保存熔煉批號，應在槍管進行機械加工時將熔煉爐號從槍管的待加工表面移到已加工的面。在同一熔煉爐號的槍管毛坯成批的投入生產時，轉移熔煉爐號是比較方便的。

因此，槍管毛坯按熔煉爐號的分類提供了技術上的及組織上的方便。

校正槍管毛坯是最主要的準備工序。鑽孔的質量決定於校正工作是否細心。槍管由於經過了鍛造和熱處理<sup>②</sup>，特別是在這

① 某些工廠不作這一工序，他們認為槍管硬度的差別不大，因而沒有必要為每一爐鋼改變切削用量。但在大量生產中，當工廠同時得到由若干不同爐號制成的槍管毛坯時，分類的工序就變得非常重要，而且切削用量應經常改變。

② 由特殊鋼制成的槍管在鑽孔前經過熱處理。

輸不小心時，其軸線就要變彎。在鑽這種毛坯時，鑽頭與軸線的偏差很大，特別是在鑽7.62公厘的槍管毛坯時，因為它們的外表面的加工余量不大，就會使深孔鑽削的廢品增多。此外，在鑽彎曲了的毛坯時，由於其跳動而引起巨大的慣性力，機床的工作極不穩定，這除了使機床的各部分脫開和加強磨損以外，同時還降低了鑽頭的壽命。因此對於校正毛坯工作應該特別注意，尤其是對於口徑7.62公厘的槍管。

普通在深孔鑽削以前應將這些槍管毛坯預先校正。方法是或用肉眼判斷曲率，然後作最後校正。或用粉筆確定曲率，最後校正是在切端面和在端面打好中心眼後進行。

用粉筆確定槍管毛坯的曲率可在車床上進行。槍口一端夾緊在卡盤中，而尾部則裝卡在后頂尖上，粉筆當毛坯旋轉時記出彎曲處，然後在記出處將毛坯加以校正。

口徑7.62公厘和12.7公厘的槍管毛坯用手工校正，使用安於底座上的鉄砧和錘子，該錘對於7.62公厘的槍管其重為4公斤，對於12.7公厘的槍管則為8公斤。

放槍管毛坯在鉄砧時，要使它被粉筆標出的凸起部分朝上放在鉄砧的凹部的中央，這樣就可用錘敲擊，將毛坯校直。這種工序普通由2~3個工人來完成，同時要求校正工有較高的技巧并善于根據毛坯的彎曲程度來使出恰當的錘擊力量。

口徑14.5和20公厘（有時也有12.7公厘的）槍管用的毛坯在壓力機上校正。通用的為托列奎(Толедо)壓力機（圖38）。

鑄造槍管毛坯的滑塊（鍾）1在壓力機機座的導軌中作滑移運動。

滑塊的這種滑移運動是由轉軸2經過偏心輪3而獲得。爪式离合器接上時，轉軸2由軸4帶動旋轉，軸4系利用與壓力機驅動相連的皮帶傳動裝置和齒輪而被帶動。

當銷釘6由爪式离合器左半體的定型凹座拉出時，爪式离合器即在彈簧5的作用下接上。銷釘6在壓下踏板7時利用傳動橫桿而被拉出，同時彈簧8被壓縮。當踏板放鬆時，銷釘在彈簧的

作用下又回到最初的位置而使爪式离合器脫开。离合器的左半部沿轉軸而移动，將彈簧 5 压缩。

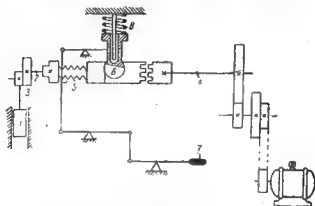


圖 38 Tenejo 压力机的傳动系統圖

毛坯在压力机上安装在两个 V 形支座上。滑塊对槍管毛坯的作用通过附加的垫片而傳遞。由于滑塊的行程是固定的，为了給予槍管毛坯适合其曲度的各种挠度，工作时应按需要程度选用适合的金属片放到附加垫片上来工作。

槍管毛坯的校正和槍管以后所有校正一样，其原理都是給予它們以附加变形以消除軸线的弯曲。所以，槍管毛坯在校正时的弯曲应该比它的原始弯曲值大一些，此值决定于材料的弹性变形。应该注意，用这种方法矯直的毛坯随后不作热处理时处在应力状态下。所以不論在車外圓之后或鑽孔之后，由于金属的一部分被除去而破坏了金属内部平衡状态时，在原先的方向上弯曲度將有若干恢复。

因此在进行所指示的工序之后，必須將槍管作补充校正。

用肉眼預先校直了毛坯以后，車端面 和自槍尾端面打中心跟，并用切去 槍口部分的方法使达到一定的尺寸。这种准备工序，特别是頂尖孔的形状，对于鑽孔的过程有重大的影响，因为

鑽頭的偏磨和壽命決定于鑽頭鑽入槍管的正確性。蘇聯工廠現在所採用的頂尖孔形狀示于圖 39 和 40 上。

在大多數情形中，尾端面的切齊和定中心眼是在適用於該工序的簡單車床上進行的。毛坯的槍口一端安裝在車頭的卡盤內，尾端則安裝在插入刀架卡盤內的止推滾珠軸承中（圖 41）。中心鑽通過卡盤的內部，而端面車刀則在側面的孔內裝入。

毛坯由機床主軸通過車頭卡盤得旋轉運動，刀架的卡盤是不轉動的。



圖 39 ITTP 14.5 公厘  
槍管的頂尖孔形狀



圖 40 LUBAK 20 公厘  
槍管的頂尖孔形狀

在美國工廠和蘇聯一部分工廠中，二端面是在專用的雙邊機床上切端面和打中心眼。

為了切端面和打中心眼而在 Fay 專用機床上的裝夾法如圖 42 所示。毛坯用兩個螺桿固定在兩個具有 V 形鉗口夾子中，螺桿則有單獨的電動機來帶動旋轉。為了能按毛坯的長度裝夾，這些夾子可以沿位在床面中部的夾具轉軸移動。

夾緊以後，夾具隨着毛坯向后轉動，兩端鑽刀切毛坯兩端面（在全長中公差為 0.25 公厘）。然後將夾具向前轉動，使毛坯的兩端與兩中心鑽對好。鑽頭取得了進刀運動，將毛坯打出中

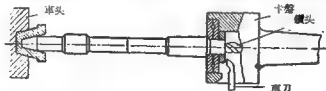


圖 41 毛坯打中心孔和車端面

心眼并返回至最初的位置，然后夹头自动将工件放开。这种在半自动机上切枪管毛坯的端面和打中心眼的方法，其优点是生产率高，同时也可以保证中心眼的精度。



图 42 在 Fay 专用机床上切枪管毛坯端面和打中心眼的装卡法

### § 26. 深孔鑽削的基本原理

普通所論深孔鑽削是指鑽孔深度比孔徑大 5~7 倍，即  $L > (5 \sim 7)d$ 。

在槍的製造中，這比率能達到  $L > (25 \sim 100)d$ ，因而使鑽孔複雜化而成為金屬切削加工中最困難的工序。

深孔鑽削的工序（普通是槍管加工的头一个工序），對於從選擇毛坯起的整個工藝過程的設計有很大的影響。在鑽孔時（即使不是深孔）鑽頭會和幾何軸綫有偏差（鑽頭偏離），同時孔的軸綫也不與外表面的幾何軸綫重合（圖43）。此外，孔的軸綫會發生彎曲，或所謂隱蔽偏離。另外依據機床結構、鑽頭和槍管材料的均質性的不同產生了孔的擴張，這種擴張量沿着長度的各個不同部位也是不同的。



此外，由于切削用量、鑽头和槍管的材料、潤滑冷却液的性質和供給规范以及其他許多原因，金屬的細屑会粘附在鑽头的表面上，因而在孔壁上形成了擦伤。

最后，鑽头的偏离会使金屬的纖維被切断，因而在以后的机械加工中即發生毛坯变形，这变形在热处理后特别厉害。

因此，首先，为了补偿鑽头的隐蔽偏离和明显的偏离，就必需增大槍管外部加工的余量；第二，为了补偿隐蔽偏离和擦伤，应增大孔随后加工的余量；第三，应将槍管作一系列的补充校正。

增大加工余量会引起非生产开支的增加；增加切削量、金屬切削机床的总数、刀具，电能以及工人的数量的消耗。此外，还加多了槍管加工的机动时间，因而降低了生产率。

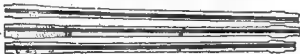


圖 43 鑽头的偏离

圖 44 上表示出了槍管毛坯尺寸的計算法，式中  $\Delta$ ——鑽头的偏离，以公厘計；而  $h_1$ ——加工余量；决定于毛坯的特点和外表面的加工方法。

如果所檢查出来的缺陷（主要是鑽头的偏离值）超出了規定的余量和公差范围，則在深孔剛剛鑽出之后，或有时在以后的工序中有一部分槍管会变成廢品。因而，很明显必須完成对本工序所提出的全部要求，以及保証最大可能的生产率。

为此，首先必需求得切削过程的連續性。所以，鑽头切削刃所形成的切屑應該不断的由孔內排出。近来，解决这个问题的主要方法是应用帶有特种溝槽的鑽头，使液体通过溝槽导至鑽头切削刃而將切屑冲洗出来。

在这种情况下机床應該装备有液压泵其压力应能調整，液量能供給充分。

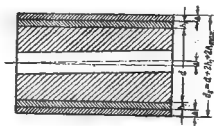


图 44 接管毛坯的尺寸计算

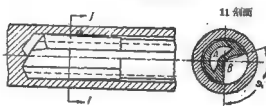


图 45 能排除切屑的单边切削钻头

不管鑽头的結構如何，可將鑽頭分成內出屑鑽和外出屑鑽。

單面外出屑鑽（圖45）有一個單獨的孔 \$A\$，沿此孔將潤滑冷卻液引至切削刃。液體與切屑一起沿主凹槽或鑽頭槽 \$B\$ 排出。在機床上安裝這種鑽頭的典型簡圖如圖 46 所示，圖上箭頭表明液體和切屑的行走路程。

在單面內出屑的鑽頭上（圖47），液體通過孔和鑽頭之間的空隙導至切削刃。液體與切屑一起通過鑽頭的內孔 \$A\$ 排出。在機床上安裝這種鑽頭的典型簡圖如圖 48 所示。

對於直徑在 20 公厘以內的各種管子，在生產中只應用外出屑的鑽頭。

除上面研究過的各種裝置外，現在在外國的書籍中還敘述了一些按“一步一步”（“step by step”）原理工作的半自動機床。在這些機床上是用普通的麻花鑽工作的。

從鑽頭的幾何形狀觀點來看，麻花鑽是研究得最多的，它們

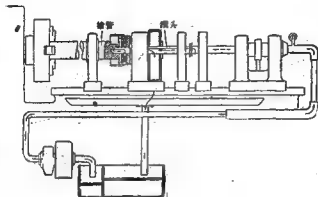


圖 46 在機床上安裝單面外出屑機構的簡圖

可用比槍管鑽高許多的切削用量。但在深孔鑽削時，麻花鑽具有嚴重的缺點。首先，麻花鑽不可能不間歇的工作，這是因為切屑不能連續地由鑽孔內排出。用麻花鑽鑽孔時，隨切屑在鑽頭槽內的積累的程度，必須把鑽頭由孔內退出以除去槽內切屑。因而增加了輔助時間。

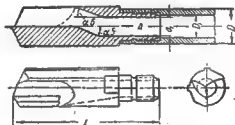


圖 47 單面內出屑鑽

此外，在鑽槽內積聚了切屑，可能會使鑽頭扭斷，因為隨著鑽頭的深入孔內，就很難照料槽內的切屑是否積滿。

因此，工人必需經常的站在機床的旁邊，並多次地將鑽頭由孔內退出，因而大大地增加了輔助時間。為了彌補麻花鑽的這種

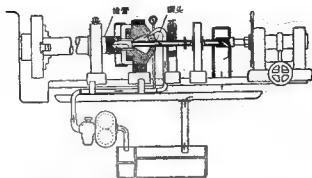


圖 48 在機床上安裝單面內出屑鑽頭的簡圖

缺点，采用了按“一步一步”原理工作的半自动机床，这种机床可以保证钻头在钻孔时的自动进刀和为了排除切屑而自动的退刀。

## § 27. 深孔鑽削用刀具

为了在鑽深孔时得到合乎需要質量的孔，对于本工序所用的刀具提出下列几点要求。

1. 鑽头的結構应能消除鑽头偏离本身几何軸线的可能。
2. 鑽头的結構应能保证潤滑冷却液能不断的供应并保证冷却液伴随切屑一起由孔內排出。
3. 鑽头应能鑽出質量高的表面。
4. 鑽头应该具有尽可能大的生产率和足够的寿命。
5. 鑽头的結構在使用中和制造时都不應該是复杂的。

深孔鑽削有很長久的历史。在造炮时最初用来鑽炮膛的鑽头形狀是怎样的，現在很难肯定，但無論如何，大多数研究者的意見都認為最初的鑽头是扁鑽。

扁鑽（圖49）有許多缺点，其中主要的有如下几点：

1. 鑽头工作时的方向不穩，从而使其产生很大的偏离。
2. 切削刃在切削角很大的情況下工作。

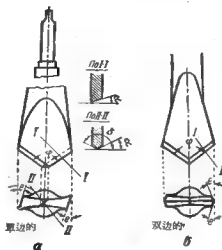


图 49 扁钻

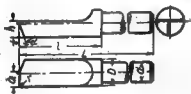


图 50 炮钻

3. 横刃不是在切削 (切削角  $\delta > 90^\circ$ ) 而是在挤压金属, 因而使钻头颤动。

4. 后角比普通车刀所需的为大, 因而钻头的切削部分减弱。

5. 为消除切削, 必需中止横孔。

由于这些严重的缺点, 扁钻在出现后不久便为炮钻 (图 50) 所代替, 这种炮钻到现在为止还在生产中应用着。

根据许多作者所供的资料, 炮钻的出现是在十八世纪末。从那时起, 炮钻结构的变动很小, 并且基本上保存到现在, 炮钻是单面钻, 由切削刃  $\alpha$  来切削。为了使钻头不在孔内卡住, 切削刃的长度  $m$  和它的高度  $h$  作得大于钻头半径。尺寸  $h$  作得比半径大  $0.01 \sim 0.1$  公厘, 而尺寸  $\alpha$  则大  $0.03 \sim 0.05$  公厘。后角为  $6 \sim 10^\circ$ 。

因为鑽头的引导表面在横断面上的圆弧长度大于半圆周，所以鑽头的方向能很好地保持。炮鑽的优点还在于能得到非常光滑的孔，有时甚至不再需要铰孔。

但是炮鑽有許多缺点。首先它不能保证連續的切削过程。此外，由于切削角大( $\delta=90^\circ$ )，鑽头是在困难的工作条件下工作。因而炮鑽的切削用量是很低的。

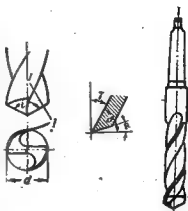


圖 51 炮花鑽

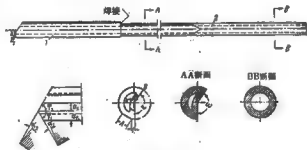


圖 52 槍管鑽

为了鑽小直径的深孔，曾經广泛地应用过麻花鑽(圖51)。这种鑽头的切削角比扁鑽和炮鑽的小，因而使工作容易。麻花鑽也属于多刃鑽，因而它的生产率很高。但是麻花鑽在用作深孔鑽削的刀具时，同样也具有上面所指出的許多严重缺点。所以，随着技术的发展，在研究各种按“一步一步”原理工作的自动机床的同时，也力图設計出能完全滿足各項基本要求的鑽头。这种鑽头

是槍管鑽（在生产中叫做鑷狀鑽）和莫爾斯鑽。它們也就是改进了的砲鑽和麻花鑽。

槍管鑽是單面切削鑽，在苏联工業中大約从1930年开始采用，而到1933年时几乎所有鑽小直径深孔的工厂都用槍管鑽进行工作了。根据一个工厂的材料来看，由于应用槍管鑽（代替砲鑽）而每年节省的资金为500,000盧布。

槍管鑽（圖52）包括两个部分：用对鉗焊接的切削（工作）部分1和鑽桿部分2。鑽頭的切削部分由各种牌号的高速鋼制造，主要是PФ-1和PO，也有用高速鋼的代用鋼制成的（ЭИ-184和ЭИ-104）。为了使直径大于14公厘的鑽頭的寿命增加，在切削部分上焊上了硬質合金片。

鑽桿由 $\sigma_s = 60 \sim 65$ 公斤/平方公厘的机鋼制成，有时也由报废的槍管制成。

槍管鑽切削部分的主要諸元是：外切削刃 $b_1$ 和內切削刃 $b_2$ ；切削刃的傾斜角 $\varphi_1$ 和 $\varphi_2$ ；前角 $\alpha_1$ 和 $\alpha_2$ ；排出液体和切屑的槽角 $\omega$ ；鑽頭对于它的軸綫的相对位置 $a_1$ 及 $a_2$ ；鑽頭的內切削刃对于它的几何軸綫的位置 $b$ ；鑽頭工作部分的錐度；切削部分的圓柱部分上的斜度 $A$ 和 $B$ ；校正刃的宽度 $f$ ，供給冷却液用的槽 $K$ ；断屑器。20公厘以內的槍管鑽只制成外出屑者。

現时鑽頭的槽角 $\omega$ 取为 $120^\circ$ ，因为这样的角度能保証切屑很好地排出和鑽頭有足够的剛性，而且制造簡單。

对具有不同槽角（ $\omega = 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 100^\circ, 110^\circ, 120^\circ$ 和 $130^\circ$ ）的鑽頭所作的研究表明， $\omega = 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$ 的鑽頭不能保証应有的生产率，此外，在挤压該槽时会形成裂縫。所以必須將槽子鋅出，这种生产率是較低的，但鑽頭的剛性是最大的。試驗中所得的結果最好的是 $\omega = 120^\circ \sim 130^\circ$ 的鑽頭。

鑽尖与其軸綫的相对位置对于鑽頭的偏离、寿命和被鑽表面的質量有很大的影响。根据不同作者的数据来看， $a_2$ 值介于 $\frac{d}{3}$ 到 $\frac{d}{6}$ 之間；根据槍管鑽的标准来看 $a_2 = \frac{d}{4}$ 。

更詳細的研究鑽尖位置对于鑽頭偏离的影响，可得出这样的：

結論： $\alpha_1 > \alpha_2$  时在鑽頭的偏磨方面可得最有利的条件；同时鑽頭的寿命也增加。在这种情形中，校正刃只切去表面高低不平的金属而并不切入金属内部，因为在切削刃上所产生的力在校正刃的一边稍大，鑽头被压向背部一方。

因此，鑽尖的最合适的位置必需是在  $\alpha_1 = 0.3d$  和  $\alpha_2 = 0.2d$  时。

鑽頭兩切削刃的傾斜角現在都取成相同的： $\varphi_1 = \varphi_2 = 60^\circ$ 。因此，鑽頭的頂角  $\varphi_1 + \varphi_2 = 120^\circ$ ，切削刃的傾斜角对于鑽头的寿命以及鑽头的偏磨和孔壁的光潔度有重大的影响。在这方面的研究表明  $\varphi_1 + \varphi_2$  增加到  $140^\circ$ ，可增加鑽头的寿命并减小它的偏磨。为了在給定的  $\varphi_1 + \varphi_2$  情况下使鑽头的偏磨最小，最好使  $\varphi_1 \leq \varphi_2$ 。

鑽頭內刃对它的磨削的位置在槍桿上取得偏低些，因而鑽时在孔的中心內便形成零位柱心（圖53）。零位柱心的主要用途是改善鑽孔时鑽头的方向，因此鑽头的偏磨减小得很多；此外還有零切削速度可提高鑽头的寿命。實踐証明，当零位柱心的半徑  $h = 0.025d$  时工作最好。

排屑槽的橫断面积与槽角  $\omega$  有关，它对正常的冲洗出切屑有很大影响：

$$f = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{\omega}{360^\circ}$$

考虑到槽角頂降低时，得出实际的断面面积：

$$f_1 \approx 0.27d^2$$

槍桿鑽的前角等于零，因而切削角等于  $90^\circ$ 。

鑽头的后角在帶靠模裝置的特种磨床上磨出（圖54），或在任何的外圓磨床上使用偏心卡盤磨出。鑽头在 CM-60 砂輪上磨，然后用油石研磨。对于直徑 20 公厘以內的鑽头的兩個切削刃，最



圖 53 零位柱心的形成



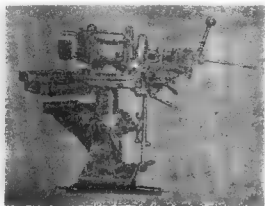


圖 54 直徑 20 公厘以內的槍管鑽磨用机床

合适的后角取为  $15^\circ$ 。

应该指出，外切削刃  $b_1$  的后角  $\alpha_1$  是可变的，因为这个切削刃的工作与麻花钻的切削刃相似；内切削刃  $b_2$  的后角  $\alpha_2$  是不变的——此切削刃的工作与车刀相似。

钻头工作部分的反向锥度是用来减小钻头对于孔壁的摩擦。没有锥度时，枪管钻由于校正刃的强烈磨损而不可能工作。切削部分每长 100 公厘反向锥度为  $0.1 \sim 0.3$  公厘。

切削部的圆柱形部分的斜棱也是用来减少钻头对孔壁的摩擦的。此外，斜棱改善了供液体至切削刃的条件。直径在 15 公厘以內的枪管鑽有兩個斜棱：校正部分  $A$  和背部  $B$ 。如果沒有校正斜棱，槍管鑽的工作就不可能想像，而校正刃也將不會有后角和高度。校正斜棱保證液体从校正刃的兩边不断地流入。

减小摩擦用的背部斜棱不应超过钻头前面所通过的平面，因为在这一情况下将增大钻头的偏离。

清理孔用的校正刃的宽度在小于 15 公厘的槍管鑽中，其值如下：

$$f \approx 0.15 \sqrt{d} \text{。}$$

鑽頭中用以導入潤滑冷卻液的孔槽直徑的大小應能通過沖洗出切屑所需的足量液體。在良好的情形中，這槽的斷面應該等於出屑槽的斷面；但在小直徑的鑽頭上，這種斷面的槽會使鑽頭的強度和壽命減小，因而普通將槽作得小些。

這樣，槍管鑽可連續切削，也能保證鑽得與外表面同心的孔，得出良好的加工表面並具有高的生產率。各種直徑的鑽頭示於圖 55、56 和 57 上。

圖 58 為鑽勃郎林機槍槍管用的鑽頭，圖 59 為一個外國工廠中所應用的鑽頭。

斷屑器對於增加生產率有極大的意義，鑽頭的走刀量是在很大的程度上決定於它的。

鑽削時走刀量的選擇（走刀量是決定生產率的主要因素）；主要決定於切屑的排除。

切屑的正常沖洗出決定於它的形狀，對於小直徑的孔，切屑應該是一條波紋形的帶子。切屑波紋形的形成是因為垂直於切削刃流出的切屑在潤滑冷卻液的壓力作用下彎向鑽頭軸心線的方向而致。當走刀量增大時，液體的壓力就不足以彎曲和引導切屑；這在用直徑 14 公厘以上的鑽頭工作時特別明顯，因這時所得的切屑是有足夠剛性的。在這種情況下，為了改善切屑的沖洗出而應用斷屑器，斷屑器將切屑斷成小條以減少它的剛性，並擋住這些碎屑，因而改變了它們的運動方向。

斷屑器的形狀決定於走刀量、鑽頭直徑和被加工材料的質量。

斷屑器可以在鑽頭前面上，也可以在后面上。前面上的斷屑器形狀如圖 60 所示，各種鑽頭的斷屑器可以採取的尺寸<sup>①</sup>示於表 17 內。

為鑽口徑 20 公厘的槍管，除用外出屑的槍管鑽外，也可用內出屑的單面切削的鑽頭（圖 61）。

① 維列也依丘克(Воронцов)深孔整體鑽削。

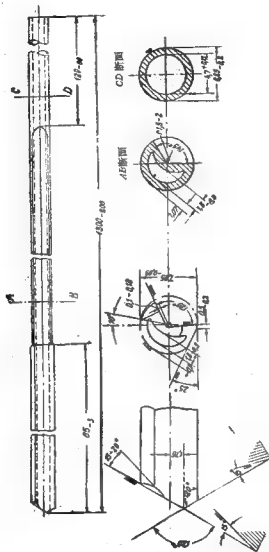
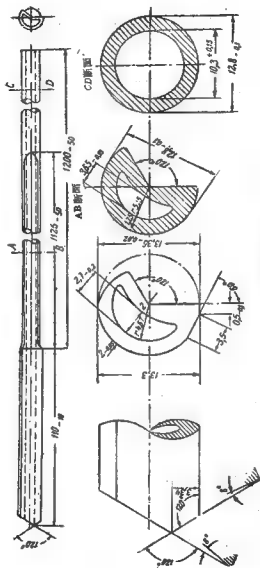


圖 7.05 公厘槍管



■ 58 11.55公里槍管機

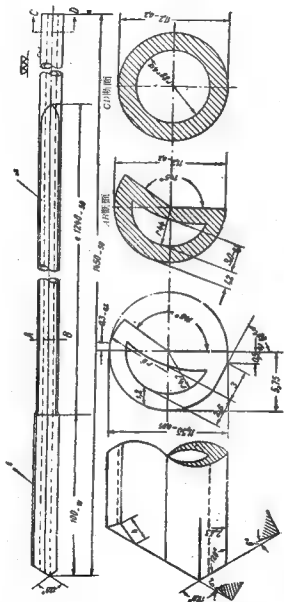


圖 57 13.3公厘輸管鎖



表 17

鑽頭直徑 (以公厘計)	斷屑器數	斷屑器的 寬度 $b_c$ (以公厘計)	斷屑器的 高度 $h_c$ (以公厘計)	凹下角底 $\gamma_c$ (以度計)
10	1	3	0.4	7
16	1	4.8	0.6	8
22	2	3.3	0.8	8
26	2	3.9	0.94	8
30	2	4.5	1.07	8

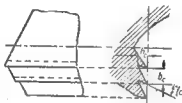


圖 60 前刀面上的斷屑器

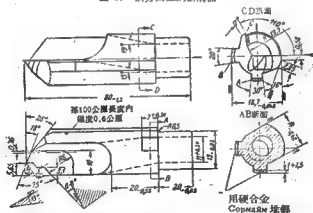


圖 61 內出屑的單面切削鑽頭

少鑽头和孔壁間的摩擦（在大直徑的鑽头上，斜稜有相当明显的輪廓，如圖62所示），則在內出屑的鑽头上，斜稜基本上应能通过流向鑽头切削刃的全部液体。这就預先确定了它們的位置和尺寸。

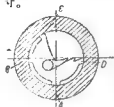


圖 62 鑽头的斜稜

A—承攬稜；B—导向稜；  
C—保險稜；D—校正斜稜。

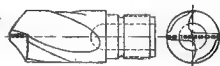


圖 63 莫尔斯(Морзе)鑽头

近来，为了鑽 20 公厘以上的深孔，采用內出屑的 麻花鑽或莫尔斯鑽头（圖 63），这种鑽头容許用較大的切削用量，同时可保証切削过程的連續性。

## § 26. 深孔鑽削用的机床①

深孔鑽削用的机床不仅应该滿足对于鑽床所提出的一般要求，同时也应该滿足以下各項要求：

1. 消除鑽头偏磨和孔扩张的可能。
2. 保証不断的供給潤滑冷却液并使它伴同切屑一起排出。
3. 在鑽孔时扭轉力矩增大的情况下，应有主要运动和进刀运动的自动断开器。
4. 可以实行多机床管理。

現在，对于槍管深孔鑽削工作，采用了能够完全滿足上列要求的多种不同結構的机床。

深孔鑽削用的机床最好按下列的主要几点来分类②。

① 根据金屬切削机床說明書的指示，深孔鑽削用的机床属于特种机床类，用字母 M 表示。

② 現在还没有深孔鑽削机床的通用分类法。



**毛坯和鑽头的运动** 对于鑽孔，正如对任何其他金属切削过程一样，都必须有两种运动：保证直接切下金属的主要运动和保证切削过程連續性的輔助运动（进刀运动）。机床可以用不同的方式将这些运动傳給工件和鑽头。

1) 旋轉（主要）运动傳給工件，而前进运动（走刀运动）傳給鑽头；

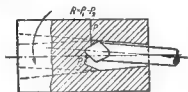


圖 64 使鑽头采取正确方向的力

2) 旋轉运动和前进运动傳給鑽头，而工件保持不动；

3) 旋轉运动和前进运动傳給工件，而鑽头不动；

4) 工件旋轉，鑽头也旋轉并作前进运动。

应用何种型式的机床主要依据加工工件的重要性如何来决定的，同时也依据鑽头的結構，孔的直径和工件的尺寸来决定的。在機械制造中，当深孔鑽削的时候，考虑到必需减小鑽头的偏差，因而仅采用第一种型式和第三种型式的机床。

当机床的主要运动和輔助运动分別地由不同机构来完成，并且工件作主要运动而鑽头作輔助运动时，我們研究一下这种型式机床的鑽孔工作。

在这种情况下，当沒有其它的因素影响鑽头的偏差时，孔的实际轴线就永远与理論轴线重合。实际上正如圖 64 所示（为了更明显，画出了多刃鑽头），在鑽头上起初由于与机床有关的某些原因，而得到了不正确的方向，因各主切刃的载荷不均匀，于是出现了  $P_1$  和  $P_2$  的合力，此力纠正鑽头方向。因此切削过程本身就能促使鑽头的方向正确，但在这种情况下，孔不再具有圆柱形状，而在某一段长度上随鑽头刚性的不同而得到了中凸形或圆锥形。也就是要产生所謂孔的“扩张”现象，一般說来，这种现象对于鑽孔質量的影响要比鑽头的偏差小得多。

在普通型式的鑽床上，主要運動與輔助運動由機床主軸來完成，方向不正確的鑽頭將保持這種方向（圖 65），因為在沒有影響偏離的其它因素的條件下，就不能產生能夠糾正鑽頭方向或對它的運動有所影響的力。結果鑽頭偏離軸線，並且，這種偏離值在很大程度上隨鑽孔的深度而改變。

同時如實踐所表明，孔的擴張很小。

因而，在選擇深孔鑽削用的機床型式時，特別當孔的直徑很小時，必須使工件完成主要運動，而由鑽頭或工件完成輔助運動。

**主要運動和輔助運動的傳動** 大多數的機床都是由單獨的電動機來傳動的，但在某些工廠中可能遇到成組的傳動裝置。

主要運動普通由一個皮帶傳動裝置傳動（依靠塔輪來改變切削速度）；某些機床安裝有 6~8 級的變速箱。

在大多數簡單的機床上，進刀運動的傳動裝置包括蝸輪和帶變速齒輪的掛輪架；在某些機床上有進刀箱，而在現代化的自動立式鑽床上，運動的傳動利用液壓傳動裝置來實現。

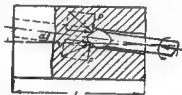


圖 65 作用於普通鑽床鑽頭上的力

**主軸軸線的位置** 分鑽床為 1) 立式鑽床和 2) 臥式鑽床。

現在，在蘇聯和外國的兵工廠中應用上述二種型式的機床（特別是臥式鑽床），但近來已開始較多的應用立式鑽床。

立式鑽床與臥式鑽床比較，它的優點是：首先，工件軸線的位置幾乎是垂直的，因而大大的減小了機床所佔的面積，其次，工件的位置在上而鑽頭在下，為孔中排除切屑創造了是有利的條件。

**主軸數** 現代的深孔鑽削機床有 1, 2, 4, 6, 8, 10 和 12 個主軸的。多主軸鑽床，特別是立式鑽床，其優點很顯然的是：生產效率較高，所佔的面積小和所需的勞動力較少（表 18）。

**鑽孔過程的自動化** 分有簡單機床和半自動化機床。最廣泛採用的簡單臥式鑽床具有在鑽孔終了時關閉機床用的專用機構，并具有當扭轉力矩增加時關閉機床用的專用機構。這樣就可能實行多機床管理，但這又受到一些限制：工人應當經常的檢查切屑的沖出情況和消除孔的堵塞，以防止鑽頭折斷。

在半自動機床上，除去所指出的機構以外，還有防止鑽頭折斷的特种裝置。當任一主軸上的扭矩或軸向力增高到超過許可值時，工作架（隨機床結構的不同，在工作架上固定鑽頭或工件）即自動的快速向後退開，並且迅速地返回而重新作工作進刀。如果由於孔被切屑堵塞而發生過載荷，則當工作架退開時切屑就會被

表 18

件 名	Пратт-Витней (普拉特-維特尼) 雙軸臥式機床	Боуш (美國鮑斯機 器公司) 十二軸立式機床	Джон Барнес (美國約翰巴 爾奈斯) 八軸立式機床
主軸數	2	12	8
鑽頭的最大直 徑，以公厘計	20	1.5	7.5
最大鑽入深 度，以公厘計	850	800	900
一分鐘的進刀 量，以公厘計	—	25	50
機床的外形尺 寸：			
長度，公厘	3400	3900	2400
寬度，公厘	850	870	1800
機床的面積以 平方公尺計主	2.9	3.4	4.3
軸的面積以平方 公尺計	1.5	0.3	0.6

潤滑冷却液沖洗出，而鑽孔即能正常地繼續進行。如果由於鑽頭磨鈍而發生過載荷，則工作架將向前向後走動，直到工人換去磨鈍的鑽頭為止。這種範圍相當大的自動化使得完全有可能過渡到多機床管理。

**潤滑冷却液泵** 現在，在深孔鑽削用的機床上常用的有外部啮合的齒輪泵和輪葉式泵。

在蘇聯工廠中，普遍應用 *Пратт-Витней* *Фриц Вернер*，列寧工廠（放得薩的）*Удмурт Шарман* 的雙軸臥式鑽床，此外，最近已開始應用半自動的多軸立式鑽床。

除去 *Шарман* 的機床以外，所列舉出的普通臥式鑽床都具有相同的傳動系統以及導管網，所不同的只是個別機構的結構上的微小改變，以及泵的类型有所不同。所以，以下我們來研究應用最廣泛的 *Пратт-Витней* 機床的構造和指出其它機床的差別。

*Пратт-Витней* 雙軸臥式鑽床（圖66）包括兩個在工作上互不關聯的完全對稱的一對半體。機床的主要部件是：床身1，車頭2，尾架3，刀架4，泵5和導管網。

在車頭的軸承內安裝著主軸6，主軸6通過工作輪7取得主要運動（旋轉運動），工作輪7以皮帶與單獨的電動機聯接；輪8是空轉的。槍管毛坯以它的槍口端固定於擰在主軸前端的卡盤9內，而槍尾部份（打過中心眼的）則固定在插入尾架套筒10內的空心頂針上。為了安裝槍管毛坯，尾架可沿床身滑軌移動，並靠手柄11的螺栓和螺母而固定在所需的位置上。鑽頭安裝在刀架上的自動定心卡頭12內，並利用絲桿13和刀架齒輪完成進刀運動。其開關由手柄14來操縱。

鑽孔時，鑽頭的方向是由空心頂針、套筒15以及可自由地沿床身導軌而移動的支座16導引。為了防止扭矩增加時鑽頭折斷。工作皮帶輪的旋轉運動通過摩擦离合器17而傳給主軸。离合器的圓盤被裝有調節螺母19的彈簧18所壓緊。

鑽孔終了時皮帶從工作皮帶輪轉換到空轉輪上用的裝置包括：固接在桿21上的移動皮帶用的叉20，一端支持於套在桿21

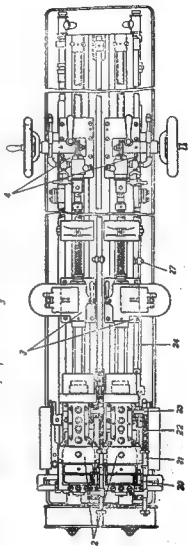
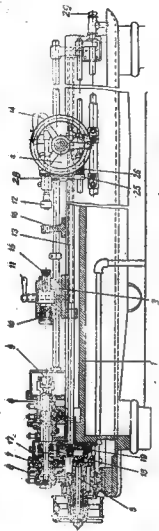


圖 66 Лавы Барнес (普拉特-維利達) 臥式機床

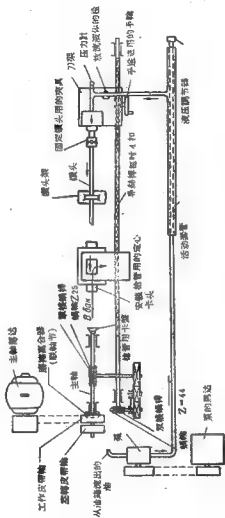


图 67 图 67 机床传动系统图

上的承座而另一端支持在固定橫擋 23 的彈簧 22，拉桿 24，帶彈簧 26 的橫桿 25 和活動的擋塊 27。拉桿 24 借銷子凸部與桿 21 相連並可以轉動某一角度而與桿脫離，在彈簧 26 的作用下（彈簧的另一端固定在刀架上）在滑鍵上沿拉桿移動的橫桿 25 有轉動橫桿的趨勢。這趨勢由於橫桿上的擋塊抵在刀架套筒 28 上的凸部而被阻止，當刀架運動時，橫桿 25 在本身的行程上遇到固定在拉桿上的活動擋塊 27，因而刀架即對着橫桿移動。此時，橫桿離開套筒 28 上的凸部。在彈簧 26 的作用下轉動，並將拉桿轉動，拉桿放开桿 21，並在彈簧 22 的作用下向左移動。這時，皮帶 20 即將皮帶從工作皮帶輪移到空轉輪上。

机床可用外屑鑽頭直徑 20 公厘以內及長度 850 公厘以內的孔。

泵是外部咬合齒輪式的。所供給的液量系利用調節器 28 調節之。

机床之傳動系統圖見圖 67。

主要運動的傳動裝置（在單獨馬達時）由一皮帶傳動裝置所構成：

$$n_{\text{主軸}} = n_{\text{馬達}} - \frac{f_k}{D_{\text{主軸}}} \gamma,$$

式中  $\gamma$  ——皮帶的滑動係數，

為了改變轉速，要更換馬達上的皮帶輪。

進刀運動的傳動裝置包括兩個蝸桿傳動、帶有變速齒輪的掛輪架和絲槓。

$$S_0 = \frac{1}{25} \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{2}{44} \cdot \frac{25.4}{4} \text{ 公厘/轉},$$

$$S_n = S_0 \cdot n_{\text{主軸}} \text{ 公厘/分}.$$

選用變速齒輪  $z_1$ 、 $z_2$  及介輪  $z_3$  時，即確定了所需的進刀量。

Фриц Вернер 福莉茨·維爾涅雙軸臥式鑽床 對於鑽直徑為 6~20 公厘及長 400~800~1200 的孔來說，有各種不同的型式鑽床。1002ZB 型机床可保證鑽長度 2000 公厘以內的孔。

在这些机床上，和在普拉特·维特涅机床上相同，枪管毛还是旋轉的，而由固定在刀架上的鑽头完成进刀运动。

鑽直径 14 公厘以內和長 1200 公厘以內的孔用的 1002C 型机床（圖68）包括对称而無关联的兩個半体。主軸由三相电动机帶动旋轉，轉速借助于三角皮帶加以調节。为了調节皮帶的張力，裝在床身下方的电动机可以沿导轨而升降，电动机轉速用轉換磁極对数的方法来調定，这可保証有三級，即：750, 1500, 和 3000 轉/分。



圖 68 1002C 型普拉特·維特涅臥式鑽床

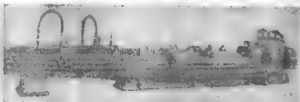


圖 69 1002ZB 型普拉特·維特涅臥式鑽床

进刀运动与 Пратт-Витней 机床相同，靠掛輪架上的变速齒輪的改变而改变。

鑽头的过载荷用安裝在主軸上的摩擦離合器来防止。在机床上广泛使用了帶信号裝置的电控制器。为了供給液体，机床上安有輪叶式泵。

1002ZB 型机床（圖69）用于鑽直径在 20 公厘以內的孔，它



的外形尺寸为： $7000 \times 2000 \times 1800$ 。这种机床与上述机床的不同是电气设备比较完善。

为了防止钻头折断，主轴电动机附带有具备最大接触和最小接触的安全装置。在钻孔时发生过载荷的情形时，主轴电动机即被断开并止动，同时红色的信号灯1点亮（图70）。安全装置利用实际功率的计算器2来调节，计算器装备有直线条形的，并可以自由摆动的指针3和两个弯曲指针4及5。指针3指示钻孔时电动机的载荷，指针4则用来确定最大接触，而指针5用来确定最小接触。转动套筒6可移动指针4和5的位置。



图 70 1002ZB机床的仪表

苏联列宁工厂的接管锯床是双轴卧式锯床，它的构造原理和传动系统（图71）都和普拉特·维特涅机床相同，机床的主要参数如下：外形尺寸  $3700 \times 1000 \times 1000$  公厘，重量 1700 公斤。钻孔直径 7~18 公厘；顶尖高度 82 公厘；可锯最大长度 1000 公厘。

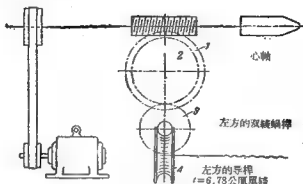


圖 71 列宁工厂臥式鑽床的傳動系統圖

Шармон 机床与普拉特、維特涅机床不同的地方只是傳動系統不同。机床装备有 6 級的 (504, 334, 202, 124, 82, 50) 變速箱和有八種不同進刀量 (0.15; 0.103; 0.07; 0.047; 0.032; 0.022; 0.014; 0.01) 的進刀量。

这种机床可以鑽直徑 20 公厘以內及深度 1500 公厘以內的孔。

**八軸自動立鑽孔機床 (ЭНИМС)** (圖 72) 是苏联設計和制造的机床。在工作中試驗时这种机床在使用上和技术上表現比普通的臥式鑽床具有較大的优越性。

工作架 I 沿机床 (圖 73) 床身的導軌而移動，工作架內固定着槍管毛坯。机床上有兩個工作互不关联并各帶四个主軸的工作架。工作架稍微向后傾斜 (垂直偏角  $5^\circ$ ) 从而保證了槍管毛坯的充分穩定性。

毛坯以定有中心孔的尾端安裝到空心頂尖上，而以槽口部分安裝在板条 2 的 V 形切口內。在每一个工作架上的毛坯同时被夾紧。当滑块 3 移动时 (通过圓錐傳動裝置和絲槓)，在安裝于滑块上的套筒內的滾珠軸承中旋轉的空心頂尖即將毛坯向上举起。此时，毛坯的槍口端即进入卡盤 4 內，它被對准中心并离开

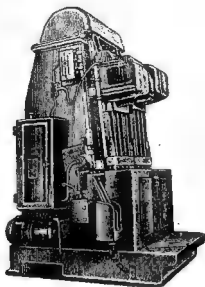


圖 72 八軸半自動立式鑽床總圖 (SHBGMK)

條 2 的支承表面。套筒之間由壓力均衡器加以連結，保證所有四個毛坯能被均勻地夾緊。

帶有卡盤 4 的各主軸成對地靠三角皮帶由電動機帶動。為了張緊皮帶，將電動機裝在各有彈簧的活動板上。各工作架的進刀運動由液壓傳動裝置來完成，為此，將工作架通過耳環與液壓缸的活塞桿联接。用油泵將油從油槽壓入液壓操縱器 5 內，再由此將油分配到必需的方向。

液壓操縱器由緊固在板條 6 上的擋塊來轉換，此板條利用橫桿系統 7 與工作架一起移動。機床裝有帶斜面台 8 的遠距離電操縱裝置，該斜面台 8 是安裝在工作地點上。

鑽頭不動地固定在主軸 9 的彈簧卡頭中，並在鑽孔時為空心

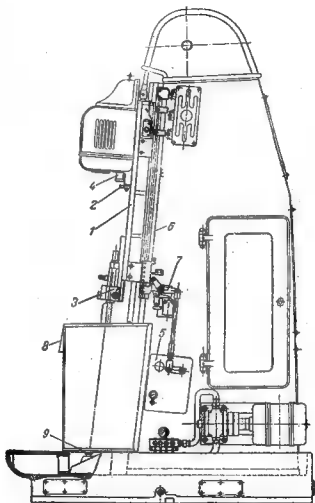


圖 73 八輪半自动立式鑽床 (3H104MC)

頂尖和附加的引導套筒所定向，這些套筒與工作架的連接要使得永遠能保證鑽頭位置在自由部分的中央。

机床具有防止鑽頭折斷的特种裝置。

實踐確定，直徑 7 公厘及長 1000 公厘的鑽頭的許可扭矩（此机床只適用於這種直徑）大致為 0.35 公斤公尺，而軸向力大致為 40 公斤。為了防止鑽頭在扭矩過載荷時折斷，主軸 4 通過被彈簧壓緊的圓盤式摩擦離合器而被傳動，離合器壓緊彈簧的力可以很容易地加以調節。當摩擦離合器打滑時，主軸的轉速即下降，因而，與主軸相聯的離心繼電器即動作，而液壓操縱器轉換成后退。

為了防止在軸向力過載荷時鑽頭折斷，主軸 9 在本體內有自由的軸向位移；當主軸被壓向下方時，已調整到所需力量的彈簧即被壓縮。這就使極限開關上部的一對接觸點閉合，而液壓傳動的操縱器即變換到回復行程。

當任何一個安全裝置作用時，斜面台上的信號燈即指示出某一主軸發生了過載荷。

同時也需要對捷克斯拉夫機器公司的十二軸机床和約翰巴爾奈司八軸机床加以說明。捷克斯拉夫機器公司的机床（圖 74）還是在一九一四年至一九一八年戰時製成的。机床的主要諸元如下：鑽孔直徑 7.6 公厘，孔的最大長度 800 公厘，主軸轉速 1000 轉/分，鑽頭的進刀量 25 公厘/分，机床尺寸  $3.9 \times 0.88 \times 2.5$  公尺，重量約為 6 噸。

固定在空心主軸上的槍管毛坯只得到旋轉（主要）運動。下部的夾頭就是導體。這些夾頭可利用手柄 4 迅速下降以更換毛坯。主軸用爪式離合器與傳動系統相聯；為了斷開任何一個主軸，要應用手柄 3。鑽頭固定在工作架 M 上，工作架由絲槓 O 得到進刀運動。在工作架進刀行程的終點（與鑽孔的長度相當），開口螺母為擋塊 M 所分開。為了防止鑽頭折斷，机床具有特殊的裝置。

更現代化的（請注意，這是指 1945 年一譯者）是約翰巴爾奈

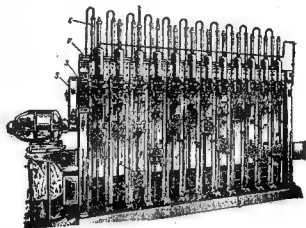


圖 74 鮑斯機器公司十二軸立式鑽床

■公司的八軸立式鑽床。

在這種鑽床上，槍管毛坯既完成主要運動（得自電動機），也完成進刀運動（得自液壓傳動裝置），鑽頭是不動的。機床是使用遠距離電操縱進刀運動的半自動機床。

## § 29. 深孔鑽削用的潤滑冷卻液

潤滑冷卻液應能：1）自孔內衝出切屑；2）冷卻鑽頭的切削刃；3）減小鑽頭的圓柱表面與孔壁間的摩擦；4）防止鑽頭的表面粘上金屬細屑；5）減小鑽孔時的切削力；6）不會腐蝕制件和機床的金屬；7）不損害工人的健康；8）價廉且不缺乏。

深孔鑽削的成功與正確選擇潤滑冷卻液及其進給量的多少有很大關係，一九三三年以前曾應用植物油作潤滑冷卻液，它雖能滿足槍管鑽孔時所有的要求，但是因為它的價格昂貴和來源有限，所以就必須尋找代用品。

曾經試驗過乳劑、肥皂水、壓縮空氣、摻有百分之十植物油

的硫化油、掺有百分之五植物油的硫化油和纯矿物油。这些研究得出了以下的結論。

1. 乳剂可以作为潤滑冷却液应用于槍管深孔鑽削，但有許多缺点：(a) 鑽出切屑的条件不良而生产率降低达百分之三十，(b) 机床的修理成本提高百分之十，(c) 刀具的消耗增加百分之二十和(d) 孔的表面質量变坏。

2. 肥皂水不适用于深孔鑽削。

3. 压缩空气与乳剂和肥皂水一样，降低生产率，增加鑽头消耗，使孔的表面質量变坏。此外，还必须大大地改装机床本身和通到机床上的导管。因此，一般都公認用压缩空气是不合理的。

4. 含鯊子油 89~90%，植物油 9~10% 和含硫 1% 的液体能保証所有的要求，并且不亚于纯矿物油。因此它被采用来代替纯植物油。

5. 含鯊子油 94~95%，植物油 3~5%，硫 1.5% 的液体能保証与上述相同的效果。

6. 纯矿物油会降低生产率（与含植物油的硫化油比較），提高鑽头的消耗和使孔的表面質量变坏。

现在，在所有的苏联兵工厂內都应用含 10% 或 5% 植物油的硫化油作为潤滑冷却液。

应用这种液体的效果决定于它的使用量。已經确定，液体压力并不决定鑽孔的正常过程；必须还要确定液体的消耗量。

液体的消耗量  $Q$  公升/分与压力（45~50° 时的大气压）的关系，在鑽口径从 7~12 公厘的槍管时用下列关系式确定。

$$Q = C \cdot P。$$

在这里必须注意液体的温度，因为对冲出切屑有很大影响的粘度系随它的变化而改变。对于含百分之十植物油的硫化油的温度和粘度之間的关系式如下：

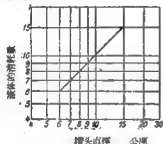
$$B^{\circ}J = \frac{2450}{T^{1.64}} - \text{恩式粘度。}$$

因此，在按已知的压力（普通用压力计控制）确定液体的消耗量时必须使消耗量与温度相协调。研究结果确定，液体的最小消耗量随钻头直径而定，在液体温度为  $50^{\circ}$  时按图解确定之（图 75）。

确定其它温度下的液体供给规范时可以使用关系式

$$Q = 0.18 \cdot 10^{-2} p d^2 T^{1.3}$$

$Q$  公升/分



式中  $Q$ ——液体消耗量(公升/分)可按图求得；  
 $d$ ——外刃屑管径的直径；  
 $p$ ——压力计所指示的液压（以大气压计）；  
 $T$ ——液体温度（以度计）。

图 75 确定液体用量的图解

这样的液体供给规范能保证钻头有最高的寿命。当用小口径的枪管时，因液体的流速很高而使液体的温度增高（有时达  $70^{\circ}\text{C}$ ），因而最好以人工方法使它冷却。但在钻孔前则相反地要将液体加热，方法是利用泵使它空转 5 分钟。

如不能达到这些要求，孔就不可避免的会（当液压正常时）被切屑阻塞，因而造成钻头的偏离、降低寿命和形成切痕。当液体消耗量增加时，液体粘度急剧降低造成切痕，而消耗量降低时则由于液体的不足而产生切痕。

枪管作深孔切削时，调滑冷却液应能保证孔表面质量良好。如果在深孔切削后观察枪膛，可以看出在整个圆周或部分圆周上有周期地沿枪管长度而形成的粗糙环形切痕。这种切痕的性质还完全没有经过研究，但它对于枪管制造的工艺过程有很大的影响，这就迫使必须多留一重枪膛下一道加工的余量。

由对枪膛切痕的研究，可以作结论，当钻孔的过程正常时，



切痕的数量决定于润滑冷却液的性能。

流体动力学的润滑理论证明，金属和液体一样，金属彼此之间具有互相粘附的性质，因其摩擦表面的金属活动分子会产生化合。

显然，为了减少切痕，必须保证鑽头的圆柱部和枪膛壁间的液体摩擦。为此，除去正确的安排各个工序以外，还必需完全消除孔被切屑阻塞的可能，选择的液体要有足够的粘性，以使渗入鑽头和枪膛之间的间隙内，并且要有充分的润滑性，以保证摩擦表面上形成牢固的粘附油膜。

如果个别液体的粘度不随摩擦表面金属种类的改变而变化，则润滑性（季列伊的研究）改变并归根结底是该液体在该金属表面上所引起的效果。因此，液体应该每次根据具体条件不同而加以选择。

美国兵工厂中试验过的压榨猪油（50°时的粘度约为恩氏粘度4度）在钢表面上具有最良好的润滑性。

植物油的优点也是润滑性良好。由流体动力学的润滑理论可知，为了使混合液有更好的润滑性，就需有2~5%优质的液体。

苏联兵工厂内，鑽枪管所应用的以5~10%植物油为基础的硫化油，长期的经验证明，能够完全满足枪膛表面质量方面对它提出的要求。

因此，除了要完全消除鑽孔时影响鑽头寿命和偏离的切屑堵塞以外，为了减少切痕还必须将鑽头磨好，使能消除将鑽头压向承挡块一边的合力出现的可能，而在小直径的鑽头上，则应消除将鑽头压向背部一方的合力。不能实现这些条件就会使粘附的油膜破裂，甚至结果即产生干摩擦或半干摩擦，使枪管的金属微粒粘附到鑽头表面上，这同样也会造成切痕。

从这种观点来看，鑽锋与轴颈相距 $\frac{1}{4}d$ 的位置（现行标准）是完全正确的。

### § 30. 枪管深孔鑽削的切削用量

金属切削加工的基本任务之一是正确选择能保证最短加工时

間的切削用量。普通在鑽小直徑深孔時，机床并不限制切削用量。

在刀具壽命相同的條件下，切削速度和進刀量對於生產率的影响是不同的。

切削速度  $v$  (公尺/分)，壽命  $T$  (分) 和進刀量  $S$  (公厘) 之間的关系，普通用下式表示：

$$v = \frac{C}{T^{m_1} S^Y},$$

式中  $Y$  一般小于一。

在所有的加工情況下，特別是粗走刀時（其中包括深孔鑽的工序），為了達到最高生產率，首先必須運用最大可能的進刀量。這種進刀量的選擇能為各種不同的因素所限制：刀具、机床、工件等的強度、表面質量等等。根據所選定壽命（普通是經濟壽命）來確定切削速度。

各種槍管鑽的关系圖各不相同，同時由於深孔鑽制工序的特殊性，使我們不得不採用降低了的切削用量（主要是進刀量）。

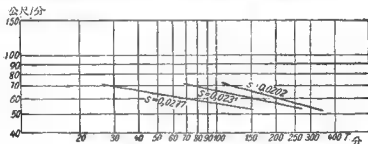


圖 76 直徑 7.05 公厘鑽頭的  $v=f(T)$  的关系圖

為了估計和預定切削用量，下面舉出兩種关系圖。

圖 76 畫出了直徑 7.05 公厘槍管鑽  $v=f(T)$  和  $v=f(S)$  的关系圖，這種鑽頭在鑽 50A 號槍管鋼的槍管時，其工作部分由 PΦ-1 高速鋼制成。

對於在已研究範圍之內者，一般关系式  $v=f(T, S)$  可以簡

單的用下式表示

$$v = \frac{C_v}{T^{0.75} S^{0.6}}$$

圖 77 画出了对于直径 11.55 公厘的 槍管鑽  $v=f(T)$  和  $v=f(S)$  的关系圖，这种鑽头在鑽 0392 号鋼的 槍管时，其工作部分由 PΦ-1 高速鋼制成。

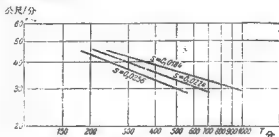


圖 77 直径 11.55 公厘槍管鑽  $v=f(T)$  关系圖

数学关系式  $v=f(T, S)$  可用下式①表示：

$$v = \frac{C_v}{T^{0.75} S^{0.34}}$$

对于直径 18 公厘的鑽头可得到同样的关系。

因此，由上面公式可得出：在槍管深孔鉋削取定合理的切削用量时必需以最大可能的进刀量为出发点。限制进刀量的各因素是：1) 正常地冲洗出切屑，2) 鑽头沒有偏 离，3) 得到質量良好的表面。

但是，上列各因素彼此是密切相关的，故进刀量大小决定于冲出切屑的条件好坏（当其它条件相同时）。

正常的切削冲出过程决定于潤滑冷却液的压力和消耗量、切屑形成的形状、进刀量、工件材料的性質、表面狀況和鑽头的排屑槽横断面积。

① 刃的后面的磨損  $\mu_0 = 0.35$  公厘作为直径 11.55 公厘和 7.05 公厘的鑽头磨鈍标准。

最后一个因素决定于鑽头的結構，并与它的直径有关。

单边切削鑽头的槍管鑽有一个很大的优点，即它比多刃鑽工作較穩定，因为它沒有零切削速度。因而，如果还考虑到鑽孔时用高潤滑性的硫化油，則用这种鑽头切削鋼时主要將形成卷狀的切屑。为了在鑽大直径孔时保証切屑正常排出（此时很难产生出大的压力），頂好使切屑細、短而脆。这可用断屑器来达到。

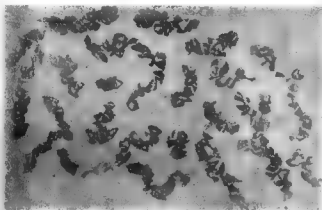


圖 78 波紋形的長切屑

相反地在鑽小直径的孔时不希望得到这样的切屑。在这种情况下，最良好的切屑形状是波紋形長帶（圖78），在鑽头槽內它可导引方向，这样对于它的排出創造了最良好的条件。

随着进刀量的增大，切屑的張度增高。所以在某种进刀量下，潤滑冷却液压力不足以使沿鑽刃前面离去的切屑沿鑽槽排出。因此，由于切屑直接压在鑽头前面上而週期性地或經常地將孔堵塞。以  $S=0.356$  公厘/轉 的进刀量鑽步槍槍管时可得到相似的切屑（圖79）。显然，槍管材料的性質对于切屑的冲出也將有同

样的影响。因而在正常冲出切屑的条件下，最大许可进刀量的值即决定于鑽头的直径和槍管材料的性質，并且液体的使用也应该是最合适的。



■ 78 压成的切屑

504 槍管鋼制成的槍管用 7.05 公厘鑽頭作深孔鑽削和 0392 号鋼制成的槍管用 11.55 公厘鑽頭作深孔鑽削时，最大许可进刀量为  $S=0.26$  公厘/轉<sup>①</sup>。

現在，实用上在鑽槍管孔时取  $S=0.0184 \sim 0.026$  公厘/轉。

切削速度主要是根据进刀量、規定的寿命、鑽头和槍管材料的性質、鑽头的几何形状和直径、潤滑冷却液的性質和供給规范并基于所列举的公式定出。普通用 PΦ-1 高速鋼制成的鑽頭鑽槍管时切削速度在 35~65 公尺/分的范围内。当鑲有硬質合金片的鑽頭鑽孔时，切削速度大致提高 10% (■提高切削速度，通常受到机床的限制)，而鑽头的寿命則增加 1~2 倍。

① 如改变潤滑冷却液的性質和规范，当然就有可能增大以上对于所指工序所規定的进刀量的值。

### § 31. 影响鑽头偏离的主要因素分析

鑽头偏离的原因，偏离的大小和消除或减小偏离的措施对于正确地制订枪管和枪管毛坯的制造工艺规程有极重大的意义，尤其是对于口径 7.62 公厘的枪管。經驗証明。在鑽这些枪管时，鑽头的偏离值可以达到 8~10 公厘，并在个别的情形中鑽头可穿进侧壁（图 80）。图 81 表明用直径 7.05 公厘的鑽头鑽长度 760 公厘的枪管时不同偏离值所佔比率的图表。

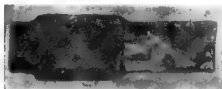


图 80 鑽头的偏离

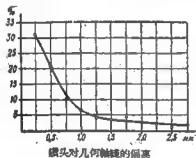


图 81 鑽头的偏离频率程度

如上所述，毛坯尺寸的大小系根据鑽头的偏离值来取定。在某些情况中，特别是在大量生产中，根据純粹的經濟观点，在确定加工余量的大小时不以最大偏离来计算，而是以較小的但或然率較大的数值来计算。如以 7.62 公厘的步槍槍管为例，在計算毛坯的尺寸时，所取偏

离为 2.5 公厘。所以，偏离大于 2.5 公厘的槍管即报废。

对于槍管偏离有影响的主要是机床、槍管毛坯、鑽头的結構和几何形状、切削用量、冷却规范和机床的看管。

**机床的影响** 机床随傳給鑽头和槍管毛坯的运动特性而对鑽

头的偏离发生影响。此外，发生影响的还有机床的情况，主要是它的主轴跳动量和机床中心线与床身导轨的不平行度。

在不同机床上用直径 7.05 公厘的枪管鑽长度 760 公厘的零件<sup>①</sup>（机床情况的数据列在表 19 内），当所有其余的条件相同时，机床的状况对于偏离肯定是有影响的（图 82），虽然平均偏离值（为了近似比较把该平均偏离值当作深孔加工工序特点之一的）并没有很大的差别。

表 19

机床的情况(以公厘计)	Прагг-Венер (普拉特-维特涅)		Фриц Вернер (福莉夫维尔涅)	
	第一主轴	第二主轴	第一主轴	第二主轴
主轴的径向跳动	0.13—0.15	0.19—0.20	0.03	0.02
主轴的轴向位移	2.4	0.7—0.9	0.02	0.02
星形轮的径向跳动	0.28—0.25	0.15—0.2	0.06	0.06
顶尖的重合:				
(1) 在垂直平面内	1.65	0.5	0.05	0.06
(2) 在水平平面内。	0.38	0.5	0.02	0.03

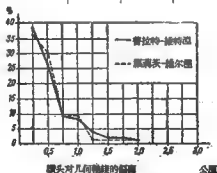


图 82 钻头偏离的频率

① 以下的所有的数据都属于这些零件。

注意机床的状态，并把机床作仔細的调整，是减小偏差值的必要条件。

**槍管毛坯的影响** 鑽头的偏差决定于以下几个原因：毛坯的校正不充分、槍口一端有飞边，槍尾端面上中心孔的形状和槍管材料的硬度。

鑽孔前校得不正的槍管，会使主軸的跳动增加，破坏机床的调整，因而增加偏差并减低鑽头的寿命，以及使金屬纖維切斷得过多。

用鍛或压的方法取得的毛坯在槍口部分形成飞边(圖 83)。鑽头的偏差值在一定程度上决定于槍口端裝卡的正确性。但研究表明，將槍口端裝卡在“星形輪”中(圖 84)，即使在有飞边时也能保证槍管有足够正确的位置。同时，車槍口端面时槍口端的裝卡条件可得以改善，这时中心孔的几何形状对于鑽头开始切削时方向是否正确有很大的影响。

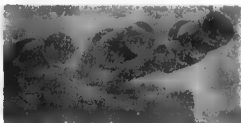


圖 83 毛坯上的飞边

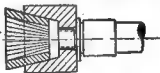


圖 84 固定槍口端部的星形輪

現在我們來研究中心孔的形状(圖 85)。当將鑽头引向槍管时，最初开始切削的只是切削刃  $b_1$ ，因而，切削力  $P$  的分力即



企圖將鑽頭壓向一邊，使鑽頭不能正確地進入（鑽頭在空心頂尖中的間隙達到0.5公厘或更多）。此外，這樣的中心孔会降低鑽頭的壽命。

如果中心孔的形狀如圖 86 所示，則在引入鑽頭時它以鑽鋒開始工作，然後均勻的用切削刃  $b_1$  和  $b_2$  工作。

能够保證鑽頭在它開始工作時得到可靠方向的最好的中心孔的形狀如圖 87 所示。

研究毛坯材料的硬度對於鑽頭偏差的影響時，必須辨別沿槍管長度和沿圓面硬度不均勻的影響，以及硬度的影響。

沿槍管長度和斷面的硬度不均勻，對於偏差的影響是由于切削刃  $b_1$  和  $b_2$  上切削力的分力不等，而鑽頭即壓向較正刃的一方切入較軟的部分上。

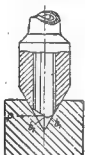


圖 85

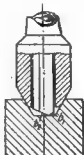


圖 86

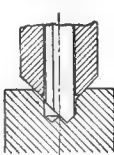


圖 87

在鑽各種不同硬度（指未超出沿毛坯長度和圓面的硬度公差範圍者）的槍管時，鑽頭的偏差在鑽較軟的材料時較大，因按下式算出的力的變動在這時是較大的，公式如下：

$$P = C \sqrt[3]{H_B}$$

這是趨向於鑽已熱處理過的槍管的原因之一●。

● 根據現有的書本材料，許多歐美的工廠將熱處理後的槍管進行鑽孔（其中包括炭鋼的槍管）。

鑽头的結構和几何形状的影响 現在來研究多刃鑽(麻花鑽)的鑽孔。為了保持鑽頭起初所取得的正確方向(圖88),必須使施于主切削刃的進刀力的各水平分力相等,即

$$P_{1x} = P_{2x}。$$

破壞這個條件會產生合力使鑽頭偏向校正刃之一的一方。因此,首先產生孔的擴張,然後產生鑽頭對軸管軸線的偏擺。

根據 Гипрошап 資料,麻花鑽工作時進刀力可由下列公式計算

$$P_0 = C_p d^2 S^{0.75}$$

或更簡化為

$$P_0 = C_p d S^{0.75}$$

式中  $C_p$ ——隨被加工金屬的性質而定的常數;

$S$ ——進刀量,公厘/轉;

$d$ ——鑽頭直徑,公厘。

每一個切削刃都應該切下斷面相同的切屑,此斷面由下列公式確定

$$f = \frac{d}{2} \frac{S}{2}$$

施于每一主切削刃的進刀力為:

$$P_1 = C \left( \frac{d}{2} \right)^{x_p} \left( \frac{S}{2} \right)^{y_p}$$

$$P_2 = C \left( \frac{d}{2} \right)^{x_p} \left( \frac{S}{2} \right)^{y_p}$$

由這些公式可以得出  $P_1 = P_2$  的結論。但實際上  $P_1 \neq P_2$ , 這便是上列公式的缺點。

金屬切削理論確定,切屑的厚度和寬度對切削力的影響是不同的。

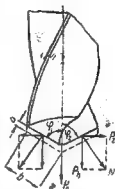


圖 88 進給力的分力

將上列公式改变为第三近似的公式:

$$P = \varphi(a, b),$$

式中  $a$  —— 切屑的厚度;

$b$  —— 切屑的宽度。

在这种情形中

$$\frac{d}{2} = b \sin \varphi \text{ 和 } \frac{S}{2} = \frac{a}{\sin \varphi}.$$

此时

$$P = C b^{\varphi} (\sin \varphi)^{\varphi} \cdot \frac{a y^{\varphi}}{(\sin \varphi) y^{\varphi}}$$

或适于每一切削刃,  $P_1 = C a^{\varphi} b^{\varphi} \sin^{\varphi} \varphi - y^{\varphi} \varphi_1$

和  $P_2 = C a^{\varphi} b^{\varphi} \sin^{\varphi} \varphi - y^{\varphi} \varphi_2$ .

引用数值  $x_p$  和  $y_p$  以简化这些公式 (当工作性质改变时  $x_p$  和  $y_p$  改变极少), 则可得:

$$P_1 = C a^{0.75} b \sin^{0.25} \varphi_1$$

$$P_2 = C a^{0.75} b \sin^{0.25} \varphi_2.$$

每一切削刃上的进刀力的水平分力即为

$$P_{1r} = P_1 \operatorname{ctg} \varphi_1,$$

$$P_{2r} = P_2 \operatorname{ctg} \varphi_2.$$

由这些公式可以得出结论, 即水平分力  $P_{1r}$  和  $P_{2r}$  只在切削刃的顶角相等时才相等。

在实际中不可能使切削刃的顶角绝对相等。所以在用多刃钻头工作时, 通常, 钻头是有偏高的。这时多刃钻头作为深孔钻削用的工具的主要缺点便在这里。

输管钻的结构能保证较好地防止偏高。首先, 输管钻的方向较可靠。第一个和最可靠的导向物是零位柱心或中心杆, 它消除了零切削速度。因此单边切削钻头上的进刀力比多刃钻头上的进刀力 (40% 由横刃产生的) 要小得多。

输管钻第二个导向物是承撑稜和定向稜, 这些稜不是校正斜稜。

第三个导向物(虽较不可靠)是鑽頂所形成的錐體。

现在研究槍管鑽的鑽孔。与多刃鑽頭不同，为了保持鑽孔开始时所得到的方向，必須使施于切刃  $A$  和  $B$  的进刀力的水平分力不相等(圖 89)即

$$P_{1r} > P_{2r}$$

假設，进刀力分力  $P_{1r}$  和  $P_{2r}$  的合力加于切刃  $A$  上。此时鑽

頭即被压向承擋稜(不是校正斜稜)的一边，而在小直徑的鑽頭中，則被压向鑽頭的背部表面上，而保存本身的方向。如合力  $P_{1r}$  和  $P_{2r}$  的合力加于切刃  $B$  上，則鑽頭被压向校正切刃的一边，此切刃开始取下切屑。因此，和用多刃鑽頭时相同，首先产生孔的擴張，然后产生鑽頭对槍管軸綫的偏离。

总而言之，每一切刃都随鑽頭位置的不同而取下不等断面的切屑。

$$f_1 = a_1 S,$$

$$f_2 = a_2 S_0$$

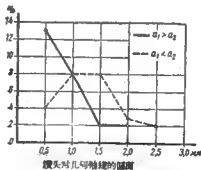


圖 90 鑽頭偏离的頻繁程度

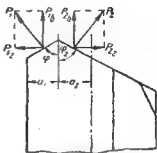


圖 89 槍管鑽的進給力

由第一近似方程式出發可得:

$$P_1 = K_1 f_1 = K_1 a_1 S,$$

$$P_2 = K_2 f_2 = K_2 a_2 S,$$

式中  $K_1$  和  $K_2$ ——切刃  $A$  和  $B$  上的單位壓力;

$S$ ——進刀量, 公厘/轉。

必須注意, 當  $a_1 = a_2$  和  $\varphi_1 = \varphi_2$  時, 不等式  $P_1 < P_2$  即成立, 因而  $K_1 < K_2$ 。

隨切削速度的降低, 切屑力即增大(虽然是很少的)。

對於各種槍管鑽, 切刃  $A$  和  $B$  的切削速度是不動的, 即

$$v_{A \text{ 中}} = \frac{3}{4} v_{\text{max}},$$

$$v_{B \text{ 中}} = \frac{1}{4} v_{\text{max}}.$$

因而  $K_1 < K_2$ 。

為了遵守條件  $P_{1r} \geq P_{2r}$ , 式中

$$P_{1r} = P_1 \cos \varphi_1$$

$$P_{2r} = P_2 \cos \varphi_2,$$

必須:

$$a_1 > a_2 \text{ 和 } \varphi_1 < \varphi_2.$$

使槍管鑽頭正常工作的(指鑽頭偏離方面)這一基本條件是在實際中完全被証實了的。

隨鑽頭頂角的增大, 分力  $P_{1r}$  和  $P_{2r}$  減小, 因而減小了鑽頭的偏離和增加了鑽頭的壽命。

圖 90 可作為所敘述材料的插圖, 圖上給出了在  $a_1 > a_2$  和  $a_1 < a_2$  時各種槍管鑽頭的不同偏離值的頻繁程度。

**切削用量的影響** 鑽頭的偏離可隨切削力的改變和衝出切屑的條件而定。

深孔鑽削採用的切削用量中切削速度在實際上對於鑽頭的偏離並無影響。

例如以 2000~3000 轉/分的速度用直徑 7 公厘的鑽頭鑽深孔時, 在鑽頭的偏離方面並無任何的不同。

与切削速度不同，进刀量能影响鑽头的偏离。切削力随进刀量的改变而改变，因而它们的水平分力也改变。

另一个更重要的因素是切屑冲出条件的改变，关于这一点已在前面詳細研究过。

## 第六章 槍膛的鉸孔

### § 32. 槍膛鉸孔工序的一些特性

现在所用之槍膛的鉸孔加工法，是最近（一九三四年）才开始采用的。在此以前，对深孔鑽削后的准备制造膛綫的槍膛表面的加工（而且是切去較多的一部分余量）所采用的工序之一就是所谓的光拔，这工序是用拔光刀拔槍膛表面。

这种工序不但生产率小，而且消耗的时间特别多，因此完成这种工序要求較多的佔較大面积的專門装备。

槍膛鉸孔的应用前进了一步，并得到一定的經濟效果。

槍膛的鉸孔加工可以除去鑽深孔时留下的一些不可避免的缺陷，可以將膛壁加工前的大部分金属余量切去，并使槍膛表面具有必需的精度和光潔度。鑽孔后留下余量的数值，对槍管來說，一般在直徑上是0.5~0.7公厘，并在一定限度內取决于鑽孔时所造成的切痕深度和中心綫的矯正。当制造布郎宁（Brow）机枪槍管时，鑽孔后备作鉸孔的余量規定約为0.4公厘。

当然，在得到精确的和質量好的孔的条件下，用一把鉸刀来鉸去这种数值的余量是不可能的。所以必須使用各种尺寸的鉸刀，依次地进行下列加工：粗鉸、半精鉸和精鉸。

■ 91及92所示为7.62公厘口徑的槍膛和布郎宁机枪槍管的鉸孔，而余量和公差的数据列于表20中。

因为以后的每一次鉸孔所留下的余量数值是逐渐減小的，故公差的数据也随着以后每一次的鉸孔而減小；这样就可达到尺寸的精度和槍膛表面高的光潔度。

布郎宁机枪槍膛的余量和公差比7.62公厘口徑的槍膛小些。



圖 91 步槍槍膛的絞孔簡圖

道工序所造成的應加修正的缺陷，由此可見這也是一種作好槍膛絞孔基本工序的準備工序。例如在深孔鑽削後，有時會產生“狹窄的”槍膛，即為過端量規所不能通過的槍膛。這是由於鑽頭工作部分的磨損或由於鑽頭磨得不正確而增大了切削部分的錐度所致。在這種情況下，為了消除絞刀在粗絞孔時的超負荷，所有帶“狹窄的”槍膛的槍管必須予以補充的絞孔，而且絞刀的工作尺寸要小於粗絞孔時的工作尺寸，這種工序叫做“狹窄的”槍管絞孔。

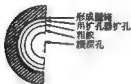


圖 92 槍膛加工簡圖

槍管製造工藝過程中上述基本工序的實行是由於一系列極重要的原因，這些原因在決定其中每一工序在工藝循環中的地位時是很明顯的。例如，當製造 7.62 公厘口徑的槍管時，槍膛的粗絞孔工序必須直接緊跟在深孔鑽削之後，之後是槍管矯正、粗車外圓和熱處理。半精絞孔必須緊跟在槍管的熱處理之後，之後再重新矯正槍管，並在個別式樣的槍械中槍管要經過一系列的車外圓工序。精絞孔在形成膛線前的準備工序之前進行。

這樣的絞孔工序的次序不是偶然的：當車槍管外圓或其個別部位時，以槍膛表面作為基準，以便使外表面與槍膛同心。對槍膛同心的外表面的獲得決定於槍膛的直度和它尺寸的精度。因

這是由於毛坯的退火熱處理工作（淬火和回火）使鑽孔工作進行的更好一些的關係。

除了上述絞孔的基本工序之外，實際上還採用了中間絞孔，但並不是全部槍管都要採用，而只是其中一部分槍管。當進行這些工序時，應消除槍膛表面上因上

道工序所造成的應加修正的缺陷，由此可見這也是一種作好槍膛絞孔基本工序的準備工序。

槍管製造工藝過程中上述基本工序的實行是由於一系列極重要的原因，這些原因在決定其中每一工序在工藝循環中的地位時是很明顯的。例如，當製造 7.62 公厘口徑的槍管時，槍膛的粗絞孔工序必須直接緊跟在深孔鑽削之後，之後是槍管矯正、粗車外圓和熱處理。半精絞孔必須緊跟在槍管的熱處理之後，之後再重新矯正槍管，並在個別式樣的槍械中槍管要經過一系列的車外圓工序。精絞孔在形成膛線前的準備工序之前進行。

工 序 名 称	余量和公差的对比 (以公厘計)	
	7.62公厘槍管	7.71公厘布郎宁 机枪槍管
鑽孔后的总余量和鑽孔时的公差.....	$\frac{0.63}{0.12}$	$\frac{0.37}{0.075}$
备作粗紋孔的余量及其公差.....	$\frac{0.254}{0.127}$	$\frac{0.2}{0.075}$
半精紋孔的余量和公差.....	$\frac{0.203}{0.076}$	$\frac{0.15}{0.05}$
精紋孔的余量和公差.....	$\frac{0.173^{\text{①}}}{0.038}$	$\frac{0.02}{0.025}$

此, 进行槍管的外圓加工之前, 自然必須校正槍管。在我們的生產中是根据陰影法測定的彎曲度來校正槍管的, 关于这一点在下面將加以詳細的說明。陰影的反射和陰影的輪廓決定于槍膛的表面狀況。因为在深孔鑽削之后, 槍膛表面是一种粗糙的帶有尺寸相当大的波紋和擦傷的表面, 所以按照陰影的性質來確定彎曲度的大小和彎曲的部位是很困难的, 甚至是不可能的。因而, 在校正槍管之前, 必須使槍膛表面具有正常的陰影反射所需要的光潔度。对这一点用預先粗紋孔的方法來达到。此外, 这就有可能更好地發現金屬的缺陷和挑選出不合格的槍管。

当进行熱处理和以槍膛作为基準来进行其他加工时, 由于可能产生变形会使槍膛表面状态受到損害和使槍管扭曲。因此在进行以下的工序之前, 必須校正槍管, 而在校正槍管之前必須紋槍膛。

將三个紋孔过程合而为一, 使得在熱处理和車外圓之前便得最后加工过的槍膛表面, 同样地是不合理的。

① 当被切去的金屬層和公差值順次減小时, 要用若干把鏟刀切去余量。



较大口径的枪膛的铰孔有些不同,对这一点在下面说明。

英国工厂制造布郎宁机枪的枪管时精铰是在车枪管外圆之后进行的。

枪膛的铰孔和鑽孔一样都是“深”孔加工,它和一般机械制造中类似的工序比较起来,在机床的结构、刀具、以及加工条件方面都有着一系列的特点。为了达到尽可能大的生产率和得到光滑的和精确的枪膛,应特别注意切屑的排出和铰刀中心线与工件中心线严格的重合。切屑的不正常排出不可避免的会使表面质量变坏,减低刀具寿命和降低生产率。

在连续铰孔过程中为了保证切屑从深孔中正常排出,必须将机床配备一些附加的机构和夹具,以使润滑油能在一定压力下送入,另一方面,须采用最好结构的刀具,这种结构便于液体从枪膛中冲出切屑。铰刀的构造和铰孔的方法就是根据这些见解来确定的。

### § 33. 枪膛铰刀的结构

枪用铰刀应符合下列几项基本要求:

1. 保证在最高的生产率和足够的寿命下获得所需光洁度和精度的枪膛表面。
2. 有可能供给润滑油冷却液。
3. 保证能够在铰刀的齿间“容纳”切屑和保证润滑油冷却液能很好地冲出切屑。
4. 铰孔时方向能引导得好。



图 33 铰刀各部位

## 5. 制造简单和使用方便。

铰刀的主要部位(圖93)是:

A——铰刀的前锥部分(锥头)或进入锥体,在铰孔过程中该部分进行切削金属;

B——导向部分或校准部分;

$R$ ——后锥;

$E$ ——刀齿;

$HK$ ——刀刃;

$\beta$ ——溝槽;

$\gamma$ ——齿前角;

$\alpha$ ——齿后角;

$\delta$ ——切削角;

$\beta$ ——齿的楔角;

$\alpha_1$ ——齿背角;

$\alpha$ ——刃口斜角;

$\varphi$ ——前锥角;

$\varphi_1$ ——后锥角。

像枪管鑽一样,枪铰刀的结构是没有严格规定了的类型的。

在实用中枪用铰刀在齿数、結構和切削部分的几何形状方面,和在刀杆的構造和它与铰刀的連接方法方面都是各不相同的。

三齿、四齿(圖94)和五齿(圖95)的枪用铰刀得到了最为广泛的使用。必須指出,四齿铰刀仅被使用于个别工厂中并多半用在修理的工序中。从这一点看来必須認為:枪膛的铰孔基本采用三齿的和五齿的铰刀。其中使用最普遍的要算是三齿铰刀。在外国(英国、美国)工厂的实践中,三齿铰刀一般都采用在头兩道工序中,即用于粗铰和半精铰;在苏联的工厂中,也用它作精铰孔。

三齿铰刀的结构能为切屑的排出創造較好的条件,这便促进了枪膛表面質量的改善。因为这种铰刀的齿有足够的强度,所以在必要时可切去更多的余量。又因为只須按三个点来修整,故所

需尺寸的三齿铰刀制造起来更容易些。

此外还必需指出，三齿铰刀工作时所产生的轴向力和扭转力矩比用齿数较多的铰刀加工时为小。这种情况在铰7.62公厘口径的枪管时有特殊的意义，因为它可防止铰刀的长而细的刀杆发生显著的变形。

必须指出，奇数齿铰刀的尺寸因为不能用某些量具，例如千分尺来测量，而必须用环规（样圈）来检验，所以它们的检验方法是受到限制的。

枪管铰刀的切削部分一般由前锥部分和导向部分（或校准部分）组成，此外还会遇到仅有圆锥部分的铰刀（图94）或带梯阶式切削部分的铰刀（图95）。

带梯阶式工作部分的铰刀实质上是两个直径不同铰刀的组合。它们走刀一次能切掉较多的余量，同时能得到比较精确和十分光滑的孔。某一工厂，粗铰时切去的余量可到0.45公厘，半精铰时——可到0.2公厘，而在研磨孔时则为0.1公厘。因为铰时轴向力和旋转力矩都比较大，所以这些铰刀当铰12.7和14.5公厘口径的枪管时用于粗铰和半精铰工序。梯阶式铰刀的应用减少了所使用的铰刀的总数，但制造起来比较复杂。

为了减小切削力和改善排屑的条件，所以有时候在铰刀的前锥部分上刻出齿纹。

铰刀以前锥部分切入金属并取下切屑；导向圆柱部分引导铰刀运动的方向，同时使它在枪膛内对准中心，以及修整前锥部分切削时所形成的不平整和粗糙部分。

铰刀的工作，它的寿命和被加工表面的光洁度取决于前锥部分和导向部分的长度。图96所示为在切削同一种余量的金属，并且进刀量相同时，前锥部分长度不同的两种铰刀的工作情况。在这两种情况下被切下的切屑的体积是一样的，但在第一种情况下产生的切屑薄而长，而第二种情况下则短而厚。厚切屑排出比较困难，因此增加了将孔堵塞的可能性。同时前锥部分短的铰刀在切入开始时稳定性比较小，方向引导的也比较坏。

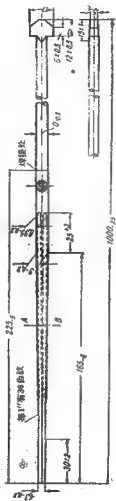


圖 94 較 7.62 公厘 11 徑的檢管用的四角板刀

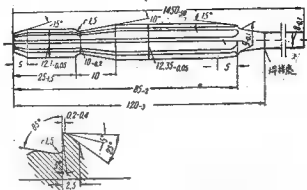


圖 95 銑 12.7 公厘口徑的槍管用五齒銑刀

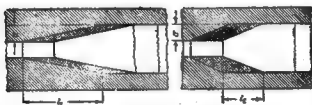


圖 96 前錐部分的長度對鐮刀工作的影響

當切屑薄而長時切削力增加，液體供給切削刃的情形變壞，前錐部分很長時切屑的排出就困難。切削力的增加引起銑刀的振動，因此表面光潔度便變壞。長刀刃以及帶長錐體的刀刃的磨銳是困難的。因此非常長的或太短的前錐部分都不好。

根據經驗三齒銑刀的錐體長度為  $l = (2 \sim 2.5) d$ ，式中  $d$ ——待銑孔的直徑。前錐部分的斜角  $\varphi = \sim 2^\circ$ 。

前錐部分上的齒紋（斷屑槽）有助於斷碎切屑，也就是能改善切削從槍膛中排出的條件。

導向部分的長度也是根據使排屑條件最好、得獲最好的表面光潔度和散熱條件來規定的。當導向部分太短时，不能消除槍管

弯曲时枪膛表面上的不平部分；此外，铰刀的导向情形变坏。当铰刀的导向部分太长时，排出切屑的情形变坏，增加摩擦力，因之也就增加了铰刀齿的温度，使它的寿命降低，并且当铰刀退出时使孔扩大的可能性增加。导向部分的长度稍大于  $3d$  的铰刀，加工时可得到良好的效果。所以在加工轻机关枪和步枪的枪管时都采用这种铰刀。

对于 12.7 公厘口径的枪管，采用导向部分长度小于  $3d$  的铰刀，而对于 14.5 公厘口径的枪管则用导向部分长约  $2d$  的铰刀。

铰刀校准部分的直径，始终做的比待铰孔的公称直径大些，但是比孔的最大极限尺寸要小些，约小  $\frac{1}{3}$  公差。在某些个别情况下，估计到铰刀的允许磨损，铰孔时孔可圆的扩张，和铰刀的制造公差（为待铰孔公差的  $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ ，精铰刀的公差不得超过  $10 \sim 20$  微米），铰刀的直径可作得等于孔的最大尺寸。

铰刀的后锥部分有一个约等于  $3^\circ$  的倾斜角  $\varphi_1$ ，该角的用处是消除起擦伤的可圆和减小铰刀从枪膛中退出时孔的扩张。考虑到铰刀与刀杆联结处的强度，后锥部分的长度规定在  $2 \sim 3d$  的范围内或较小些。

铰刀的刀刃是直的。刃边的宽度为  $0.2 \sim 0.4$  公厘；在某些情况下达  $0.8$  公厘。铰刀齿间的槽是平的（图 97）或曲线形的。平槽表面对齿面的倾角为  $135^\circ$ 。

带曲线形槽的铰刀，排屑情形稍为好些，并且在淬火时不致发生裂口。这些铰刀的齿厚在重磨时变化很小。

槽的半径对 7.62 公厘口径的枪管来说等于 3.5 公厘，而对 14.5 公厘口径的枪管来说为 10 公厘。

第一和第二类型的铰刀的齿后角作成  $5^\circ \sim 8^\circ$ ；齿背角—— $20 \sim 30^\circ$ ；齿厚决定于铰刀的直径，其值在 4 公厘以内。

带负前角的铰刀（图 98）可加工出极精确的孔，但切削很困难，因为它的切削角很钝。工作时铰刀像刮刀一样，它能保证得

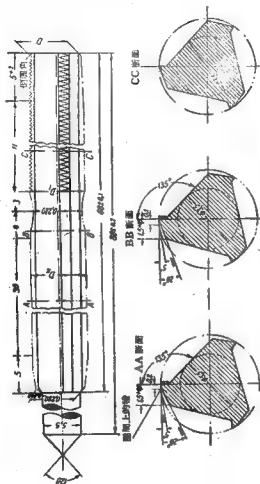


圖 97 工厂中制造口径 7.62 公厘的槍管用的三齿铰刀

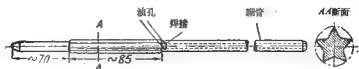


圖 93 五齒鉸刀

到極光潔的表面。這一類的鉸刀都只能切去極小的余量；所以它們仍僅用于精鉸。在英美的兵工廠中，都採用帶負前角的五齒鉸刀。

鉸刀桿有兩種：一種帶內槽（圖98），一種不帶內槽。

桿的內槽是為了供給鉸刀切削部分潤滑冷卻液用的。在桿與鉸刀工作部分接合的地方制有一個側孔，以便液體流出。

當使用沒有內槽的鉸刀時，液體由刀桿和被鉸孔表面之間的空隙中流入。

在第一種情況下，送液體到固定鉸刀的地方，而在第二種情況下，送液體到鉸刀進入槍膛的地方。刀桿內有內槽的鉸刀可保證液體消耗較合理、壓力不變和液體較好地流向切削刃。製造帶有內槽的刀桿是較複雜的。

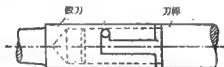


圖 99 鉸刀和刀桿用扣筭接合

沒有內槽的刀桿直徑決定于被鉸孔的直徑，對於 7.62 公厘口徑的槍管大約為 5.8~6 公厘，對 12.7 公厘口徑的槍管大約為 10.5 公厘，對口徑 20 公厘的槍管則為 17~18 公厘。

用焊接的方法或用扣筭（圖99）將刀桿與鉸刀身接合起來。后一方法更適合于鉸大口徑槍管的鉸刀。

前面圖 94 所示為工廠中稱作“齒鑽”的四齒鉸刀的結構。這





用以修正預鉸的孔；2）熱處理後清理槍膛；3）第二次矯正以前用以修正槍膛；4）第二次鉸孔後消除氣泡。

鉸孔時使用生產中叫做“火柴”的木楔（圖100），將它襯在鉸刀的下面，用時使鉸刀的齒緊壓着木楔的表面。這樣的方法必須承認是十分古老的，鉸刀的構造是不符合現代化的要求的。

在某些工廠中，當製造最近十年內所出現的新武器的槍管時，都不採用這種型式的鉸刀。

製造布郎寧（Brown）機槍的槍管，在研磨槍膛時用四齒鉸刀（圖101）。

### § 34. 鉸刀的製造

鉸刀一般都是用Y12A號炭鋼制成的，但也可以用其他牌號的鋼，特別是PΦ1號高速鋼或XB5號特種鋼制成。

用高速鋼制成的鉸刀加工出來的孔較不光潔，因為磨銳這些鉸刀比較困難，但同時他們卻不易磨損，其壽命大約為Y12A號鋼制成的鉸刀的两倍，Y12A號鋼制造的鉸刀經兩三次的刃磨可加工10~15根槍管；XB5號鋼制成的鉸刀加工的槍管較少。

鉸刀的製造包括下列基本工序：

1）切斷，2）車削，3）銼尾部和溝槽，4）熱處理，5）磨削，6）磨銳。

熱處理對鉸刀的壽命有重大的意義，這可以由表21和圖102看出來。正確的熱處理可保證鉸刀有高的壽命，熱處理之後鉸刀應具有 $R_c > 60$ 的硬度。

鉸刀齒的磨銳和研磨是最重要的工序，因為它決定着槍膛被加工表面的光潔度。使用拉卡恩札斯（Арканзас）油石研磨鉸刀刃。

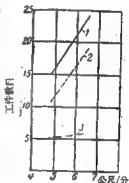


圖 102 熱處理對鉸刀壽命的影響

1—在170°C回火，延緩一小時；2—在100°C回火，延緩五小時；3—在250°C回火，延緩二小時。

表 21

絞 刀 的 材 料	熱 處 理				切 削 速 度 公尺/分	進刀量 公厘/轉	機 動 (分) 時 間	加 工 合 格 的 件 數	試 驗 的 絞 刀 數
	淬火 溫度 ℃	冷 却 液	回火 溫度 ℃	回火 持續 時間 (小時)					
Y12A	780—770	鹽水	170	1	4.75	0.855	4	15	8
Y12A	780—770	鹽水	250	2	4.75	0.855	4	5	3
Y12A	780—770	鹽水	100	5	4.75	0.855	4	10	5
Y12A	780—770	鹽水	170	1	9.0	0.513	3.25	15	4
Y12A	780—770	鹽水	250	2	9.0	0.513	3.25	6	5
Y12A	780—770	鹽水	100	5	9.0	0.513	3.25	17	4
Y12A	780—770	鹽水	170	1	6.28	0.855	3.02	24	1
Y12A	780—770	鹽水	250	2	6.28	0.855	3.02	6	2
Y12A	780—770	鹽水	100	5	6.28	0.855	3.02	18	4

## §35. 鉸槍膛的方法

鉸槍膛的方法有兩種：

- 1) 鉸刀拉過槍膛 (拉鉸工作) (圖 103) 和
- 2) 鉸刀推過槍膛 (推鉸工作) (圖 104)。



圖 103 拉鉸刀法

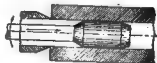


圖 104 推鉸刀法

第一種方法鉸刀桿會伸長和扭轉，而第二種方法則會扭轉和縱向彎曲。比較這些變形的時候，必須指出，第二種鉸孔的方法

在这方面是比较不利的，关于这一点可以从下面两方面来加以说明，一方面，在一切其他条件相同时，扭转力矩值在这种情况下比较大，因为切削力都集中在铰刀的末端上；另一方面，当刀杆弯曲时它可能与枪膛的已加工面产生摩擦。

当液体经过刀杆槽或经过刀杆与枪膛表面间的间隙而送入时，在拉铰时枪膛切屑排出的情况是很好的，因为切屑通过直径已经增大的孔而被挤出，并且在它自己的通路上，不会碰到在铰刀切削处上枪膛变狭的锥体。此外，因为切屑被挤入了已加工过的枪膛中，故发生卡滞时，它不会妨碍铰刀的正常工；在这种情况下，铰刀从切屑中被拉出来。同时当用这种工作方法和整体刀杆时，刀杆直径必须作得小一些，减小的值为被切下余量的大小，这使减小了刀杆的强度。

当通过枪膛作推铰时，工序終了后，为使铰刀退到原来的位置，如果不下铰刀，就必须把它经枪膛拉出来；或者是卸下铰刀，把铰刀杆从枪管中拉出来，使它们回到原来的位置并重新把它们装卡好。把铰刀拉过已加工过的枪膛可能引起枪膛的表面的损伤；当重新装卡铰刀时又会使辅助时间增多，而当重新装卡铰刀的方法机械化时，机床的结构便会大大的复杂起来。

当拉铰工作时，铰刀的前端部分朝向刀杆一方；这使前导部分的刃磨起来困难了一些。当采用这种方法时，必定要卸下铰刀，使刀杆进入枪膛，然后再装卡好。这些方法都是用手工来完成的，所以大大的增加了辅助时间，而当这些方法机械化时机床的结构便会复杂起来。

在枪械制造中这两种方法都被采取。在苏联工厂中经常采用推铰加工法，并利用把铰刀拉过枪膛的方法使铰刀回到原来的位置。在英美的工厂中普遍采用拉铰的方法，并且备用着能使铰刀的重新装卡工序机械化的机床。

在苏联工厂中，推铰一般从枪管的尾端开始进行的。

在所有情况下，都是铰刀作主运动，而刀杆运动则由枪管或是由铰刀来完成的。当刀杆作旋转运动时，因为枪管不

轉，所以机床的結構可以簡單化，它的外廓尺寸可以減小并且机床工作較穩定。

### § 36. 鉸深孔的机床

深鉸槍管用的机床应当符合下列要求：

1. 在一定壓力下能不斷地供給滑潤冷卻液。
2. 使鉸刀嚴格地對准槍膛軸心綫。
3. 工作循環完了后，自動地停止主要運動及輔助運動并迅速的將鉸刀轉回到原來的工作位置。

4. 保證槍管的迅速的調換并能允許同時加工若干個槍管。

5. 使用和制造簡便，且外廓尺寸不大。

鉸槍膛用的机床可按下圖幾點分類：

- 1) 主軸數，2) 主軸的位置，3) 輔助運動的傳動，4) 泵的型式，5) 安裝槍管的夾具型式，6) 自動化的程度。

鉸槍管机床照例是多軸的。在武器制造中都采用雙軸机床（見圖 105），即成對單軸机床，主軸排成一排的五軸和六軸机床以及主軸排成若干排的多軸机床（圖 106）。

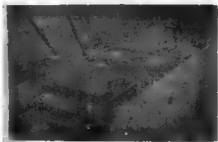


圖 105 拉鉸槍管法用的裝置

提高鉸槍管机床的生產率和減少它們所佔面積的必要性引起了主軸數日趨于增多。最近試制出了一種主軸排成若干排的多軸机床。由于其扭轉力矩不大，故鉸孔時消耗能量不大，并

且當在調整得很好的机床上工作时工序完成得比較容易，这些都促使着生產多軸机床。同时完成全部鉸孔工序的時間消耗很多，使得鉸刀的效率不高，这就迫使不斷地去尋求鑽深孔后槍膛表面的加工工艺改进的可能性。

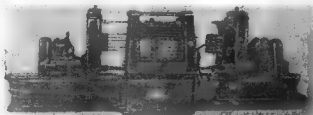


圖 106 絞步槍和機槍管用的“約翰-巴爾奈斯”液壓18軸机床

按照主軸的位置，絞槍管机床有兩種型式：1.帶臥式主軸的（圖 107）和2.帶立式主軸的（圖 108）。

立式絞槍管机床的出現和主軸位在若干排上的臥式絞槍管机床的出現一樣，首先是由于金屬增加生產率、減少多軸机床的外廓尺寸和保證迅速的看管机床而引起的。

机床有帶獨立主軸的和帶不獨立主軸的；在后面一種情況

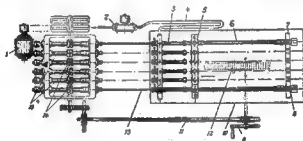


圖 107 六軸絞槍管机床的簡圖

1—电动机；2—泵；3—絞刀用的导向套筒；4—管嘴（軟管）；5—夾緊槍管用的夾具；6—槍管；7—支架；8—絞刀；9—工作台的握把；10—活動工作台；11—伸縮軸；12—傳條；13—絞刀桿；14—齒輪傳動裝置；15—主軸。

下，主軸由總傳動軸帶動作旋轉運動，如圖 107 所示。這種机床的結構極為簡單，但是当机床上未裝滿槍管時，不能使任何一根主軸停止旋轉；因此机床的总的停歇和能量的消耗都增加了。主軸獨立工作的机床可避免這些缺點，但結構要複雜些，因為它們或

者是裝備有傳動機構，或者是每一主軸都裝備有單獨的電動機。

依輔助運動的傳動將機床分為齒輪式、液壓式、和帶平衡錘的機床。

輔助運動或是傳給槍管，或是傳給內部裝有刀具的主軸頭。

在齒輪式機床中進刀時運動速度的變化用變換齒輪來進行，在液壓式機床中依靠調整泵的工作來進行，而在帶平衡錘的機床中則用改變重物的輕重來進行。應用最廣泛的是第一種類型的機床；第二種類型的機床最近出現於美國的工廠中。第三種類型機床，其結構比較陳舊。在某些機床結構中採用了當切削阻力增加時進刀速度自動減小的機構。

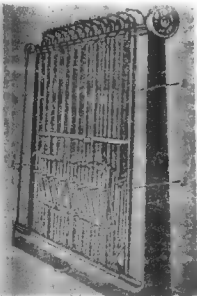


圖 108 鮑斯機器公司的蝟步槍和  
機槍槍管用12軸立式床

機床上用以供給液體的泵有齒輪式的和葉片式的。所有機床上泵的工作，照例是與主軸的工作相配合的，即隨著主軸的停止旋轉，泵的工作也停止。反之——隨著主軸的開始旋轉，泵也開始工作。用這種方法可消除過多地消耗潤滑冷卻液的現象。

要達到這一點，下列方法即是一例：在馬達傳給主軸旋轉運動的軸上裝一飛輪，靠飛輪的旋轉來帶動泵工作（圖107）。

按安裝槍管的夾具的型式分機床為：1.每

根槍管各有一單獨夾具的機床。2.多槍管用成套夾具的機床，而且

这些夹具可分为在工作循环中允许更换枪管的夹具（鼓轮形夹具）和式样简单的夹具——台式夹具。

在鼓轮形夹具中枪管与绞刀的相对固定可借鼓轮的旋转而自动地进行，鼓轮是由动力头（Силовая головка）电动机带动的机构导转的。

为了消除绞孔时绞刀的倾斜和弯曲，当拟定枪管固定在夹具中的方式时，要特别注意枪管轴线和绞刀轴线的重合以及为绞刀工作时沿槽膛准线行进创造条件。为此，例如采用了能使枪管运动的铰接式夹具，或者把引入绞刀导向套筒中的枪管一端固定，而使另外一端保持自由。在弗里茨-维尔涅式绞枪管机床中采用后一种安装枪管的方法。

按照自动化的程度，枪管绞孔机可分为半自动化的和自动化的。在半自动机床中，工作循环中刀具回复运动和重新装卡都是用手来进行。而在自动机床中（例如约翰-巴尔奈司机床），上述的方法都是自动化的。

虽然自动化使机器的构造复杂了，但生产率得到了显著的提高。

在武器制造中采用着弗里茨-维尔涅、布拉特-维特涅，柳得维格-列维，约翰-巴尔奈司，和新机械公司的机床（图108）。

弗里茨——维尔涅机床（图107）是臥式的。这组主轴数目不同（5~6）的机床，在兵工厂中采用得最为普遍。图109所示为五轴机床的传动系统图。弗里茨-维尔涅机床的特点在于构造简单和使用方便。

固定在主轴夹具中的绞刀作旋转运动，而工作台作进刀运动。枪管在工作台上排成一排，主轴的旋转运动由电动机经带传动装置获得，而前进运动借带有蜗杆传动装置的伸缩轴传给工作台。工作台的回复运动用手借手柄进行。用泵将液体送到绞刀的导向套筒内。对液体的放入有开关控制。

枪管置在工作台的支架上；这时前端进入绞刀导向套筒的联接套管中，而后端是自由的，以保证绞刀对准中心和沿槽膛的准



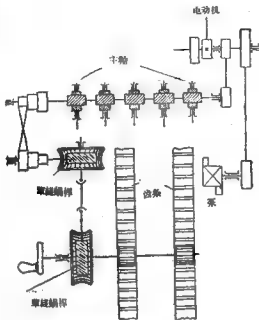


圖 109 弗里茨-維爾遜槍管鑽孔机床的傳動系統圖

轉運動。槍管的前端用壓板和螺栓或用偏心夾具（圖 110）固定于支架上。

鮑斯機械公司的十二個机床（參閱圖 108）是立式的。

槍管 1 固定在与拖架鉸接的夾具中，這使得槍管能够擺動，因此当槍管运动时，絞刀能准确的沿着槽孔运行。

絞刀 2 夾紧在位于机床上部的主軸的夾头中，并由水平的主動軸經螺旋齒輪获得旋轉运动（500轉/分），每一主軸可单独安置和开动。

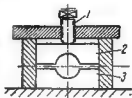
帶槍管的拖架向上的工作行程借平衡錘来实现。进刀速度可

在 0.25~0.375 公厘/轉 範圍內調整，並在鉸孔切削抗力增加的情況下，可借特殊夾具自動減小。

用手將拖架從最上面的位置向下放下，并用帶手柄 3 的鎖扣將其鎖住以便更換槍管。

潤滑冷卻液被送入主軸并沿鉸刀身流入被加工槍管的槍膛內。

這種機床是專為製造長 800 公厘以下和槍膛直徑在 1 公厘以下的槍管的。機床的尺寸約為  $2.35 \times 1.35 \times 3.075$  公尺。



約翰·巴爾奈司液壓十八軸圖式 圖 110 槍管前端的固定  
機床（參看圖 106）包括能自動循環 1—螺釘；2—夾板；3—支座。  
運動的兩個液壓動力頭間安裝在它們之間的多位迴轉夾具，這個  
夾具在動力頭工作循環時圖內使可能裝上槍管。

在右動力頭上有 18 個主軸共排成三排，每排六個。第一排是粗鉸用的、第二排是中精鉸用的，第三排是精鉸用的。主軸配備有夾持和轉動鉸刀圓的夾頭。在左動力頭上有同樣數目的夾頭，也是排成三排，但沒有旋轉運動。

夾具（圖 111）制成八面鼓形的，這種鼓輪在運動時應使它的上面，下面和後面位於夾持鉸刀的各夾頭軸線上。當右動力頭向右運動時，主軸夾住鉸刀并把他們拉向槍膛，此時鉸刀旋轉并鉸槍膛，當左動力頭向左運動時，夾頭夾住鉸刀并使它們回到原來位置。

右動力頭的夾頭是液壓式的，而左動力頭的夾頭則是彈簧式的，夾頭用以夾住和放開鉸刀的尾端。

機床配備有液壓裝置，這種裝置有兩個系，一個是快速行程用的容量一定的系，另一個是具有可以調整速度的供工作時進刀用的可變容量的系。

潤滑冷卻液（油）經液壓夾頭，沿刀桿中的槽引到每一把鉸刀上。油的供應隨着主軸的旋轉而停止而開放和停止。

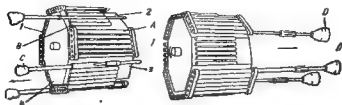


圖 111 約翰-巴爾奈司机床中較槍管用鼓形夾具的簡圖

I—工作行程的位置；II—較刀沿導管退出的位置。

兩動力頭的所有運動和旋轉，皆借電力裝置互相配合。

在圖 111 上概略的畫出了鼓形夾具。在它的四面上各排着六根導管 A，在工作行程完了後當較刀要回復原位時，管 A 可夾持和引導較刀。槍管 B 排在鼓輪的其餘四個面上。

上圖 I 中表示圖形夾具在右主軸頭的工作行程中的位置，主軸頭的運動方向用箭頭表示，夾頭 C 沿着槍管拉旋轉着的較刀。較刀所需的進刀速度當槍管拉出時，主軸即自動停止旋轉。這時用手把夾具轉動  $45^\circ$  并把鼓輪的三排導管對着較刀安裝好。然後右主軸頭以快速行程退回；較刀進入導管，較刀從已停止的右動力頭的夾頭中松脫出來，被左動力頭的夾頭夾住。這時左動力頭快速地向左移動，同時使較刀回到如圖 II 所示的原來位置。

在較刀被左動力頭固定在原來位置之後，鼓輪再旋轉  $45^\circ$ ，此時凡排新的槍管便對着較刀安裝好。當接開動按鈕時，机床新的運動循環便開始：左動力頭迅速的向右行進，同時較刀桿部進入槍管，被右動力頭的夾頭夾住，在左動力頭的夾頭松开較刀并停止前進後，右動力頭得到工作行程，同時傳給主軸以旋轉運動。

在上圖中的位置 1 上進行裝槍管，在位置 2 上進行精較，在位置 3 上進行半精較，而在位置 4 上進行粗較。在裝卸位置上更換槍管可以不必停止机床。

对于粗铰和半精铰采用三齿铰刀，而对精铰采用五齿铰刀（参看图98）。五齿铰刀前角作成负的，进行铰孔时起刮的作用。铰刀的管形桿部被焊接在工作部分上；在焊接的地方作一側孔，以便滑油流向切削刃部。

为操纵机床，机床上备有四按钮的操纵板。

### § 37. 铰孔用的润滑冷却液

铰孔用润滑冷却液的用途、对它的要求和液体规范的要求都和鑽深孔一样。铰孔时用的几种液体的成分列举如下：

#### 1. 硫化油

铰子油 .....	89%
亞麻油 .....	10%
硫 .....	1%

#### 2. 脂油混合物

魚油 .....	50%
亞麻油 .....	50%

#### 3. 油混合物

亞麻油 .....	75%
铰子油 .....	25%

#### 4. 乳剂

头三种液体价昂而又缺乏，因此工厂都以乳剂式的各种各样的代用品来代替。目前乳剂的应用在槍膛被加工表面的光潔度方面还没有得出良好的結果，但英国兵工業現已采用了乳剂。

根据槍管口徑、刀桿結構和采用的铰孔方法，在15~45个大气压下供給润滑冷却液。

### § 38. 铰孔的工作规范

铰孔的工作规范根据經驗来規定，大体如下：进刀量为0.5~1.2公厘/轉，而切削速度为5.5~8公尺/分。

当規定切削用量时，与鑽深孔时一样，必須估計到切屑的排出条件。对粗铰和半精铰工序，其进刀量可取得比精铰时稍大

些。拔口徑大于7.62公厘的槍管時進刀量的數值可增加。

### § 39. 拉槍膛用的拉刀

槍膛的絞孔雖然有了一系列技術的改進，但是其效率始終還是相當小的，並且槍膛的表面仍不能達到足夠的光潔。絞孔後在槍膛表面上留下橫向的刻綫，雖然這些刻綫是很微小的，但是有了這樣的綫就需要進行補充修飾，因為即使是很微小的刻綫和條紋也會降低槍管的壽命，並且影響子彈沿槍膛運動時的導引。當用擠絲沖以壓擠的方法壓出膛綫時，完全不允許有絞孔時產生的刻綫，因為由於擠絲沖擠壓的結果甚至會使刻綫的不平度反而要加大。所以有時把拔膛綫的工序加入工藝規程中，或有時用拔光刀



(圖 112) 光拔槍膛，這種拔光刀能消除絞孔時所形成的橫向刻綫和條紋。

圖 112 加工槍膛的簡圖

上述的槍膛絞孔缺點可用拉刀拉槍膛的方法來消除。採用拉刀可保證生產率高和得到帶光潔表面而沒有橫向刻綫和條紋的足夠精密的孔。但是

運用拉刀來修飾槍膛是很慢的，在國內和國外都是如此。對這一點的解釋首先是：還沒有研究出令人滿意的拉刀結構。

拉槍膛用的拉刀應保證切屑易于排出，冷卻液能通到刀齒刃上，有足夠的強度和壽命，並能保證被加工表面有高度的光潔度。滿足這些要求是很困難的，特別是在拉口徑為7.62公厘的槍管孔的時候。

製造上最簡單的環形拉刀因為不能保證切屑的排出，所以在拉槍膛時都不採用它。

圖 113a 和 113b 所示為武器製造中應用的拉刀中之一種。

這種拉刀的切削部分是由以螺旋綫狀繞在錐形桿上的一條或兩條刀帶組成。圖數為5；其中三圈是起切削作用的，兩圈是起校準作用的。切削部分按螺旋綫分佈保證了切屑的連續排出和滑

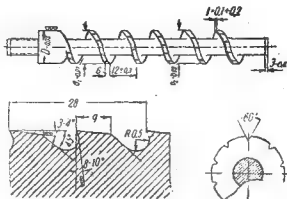


圖 113a 拉槍腔用的拉刀

潤滑液充分地通至切削刃。

為了容納拉孔時逐漸增加的切屑體積而兩圈之間的空間要增大起見，同時也為了保證桿心所有斷面上都有應有的強度起見，就像切削刃帶按螺紋分佈是必要的一樣，桿心的強度也是必要的。



圖 113b 拉槍腔用的拉刀

有兩條刃帶的拉刀較為穩定，特別是在進入槍腔開始切削的瞬間。兩條刃帶在直徑上的位置是相對的，所以當切入時不會由於產生切削壓力而把拉刀壓偏。

為了得到窄狹的切屑，在環形切削上制有排成直行的斷屑槽。斷屑槽的數目及其尺寸應能使切屑很容易地排出，並且在槍腔表面上不因斷屑槽而殘留條形的痕跡。

拉刀的桿部是比較短的圓柱體，當沿槍腔拉拉刀時該圓柱體用以引導拉刀前進，其前端之短栓具有用於與刀桿連接的方螺紋。短栓和螺紋的直徑以計算他們強度的方法來決定。

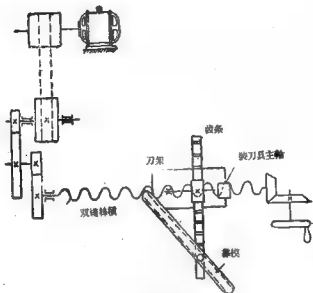


圖 114 槍管拉床的傳動系統圖

在槍管拉床(圖114)上拉槍膛，槍管固定不動，而拉刀按螺旋線度作前進及旋轉運動。為了把旋轉運動傳給拉刀，機床上有一帶槽的靠模板(安裝成一定角度)。當刀架沿機床移動時，齒條的銷子進入靠模槽內，齒條向一邊移動，同時帶動與裝刀具主軸相連的齒輪也一起旋轉。

由於拉刀沿螺旋線旋轉，故不會產生橫向刻痕和條紋。

圖 115a 和 115b 所示為應用拉刀來加工大口徑槍膛時的工序簡圖。鑽孔後先用一把或兩把鉸刀鉸槍膛，然後用拉刀來拉孔，而拉刀的數目根據被切去的余量的大小來決定。最後，用刷形拔光刀拔槍膛的表面，切去極小的余量。這樣現在以拉刀拉槍膛代替了槍膛的半精鉸和精鉸，是有一定的經濟效果的。

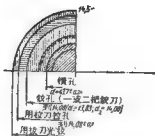


圖 115 a 拉槍膛的簡圖

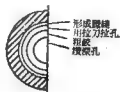


圖 115 b 拉槍膛的簡圖

■着拉刀結構的改進，可放棄生產效能極低的使用拔刀光拔的工序。

拉刀結構的設計出來使有可能用拉孔來代替管加工時的鑽孔及光拔。用拉孔代替生產率很低的光拔具有特殊的意義，因為可以把生產量提高到 1000%。

對拉孔工序的基本要求在於保證槍膛表面有高級光潔度，而這是現在所未能達到的。拉孔時的表面光潔度主要決定於拉刀齒的幾何形狀、拉刀的製造質量和刃磨、切削用量和潤滑冷卻液，而這些因素應當根據槍管材料的性能規定。此外，膛道的表面光潔度在很大程度上是由機床的剛性決定的。

在生產中採用雙齒的螺旋形拉刀，它的切削刃形成螺旋狀（圖 116 a）。

拉刀的主要部分是：刀柄 1、導向部分 2、切削部分 3、校準部分 4。



圖 116 a 拉槍膛用的螺旋形拉刀



**刀柄部分** 柄具有与桿连接(圖1166)的方螺纹, 桿的另一端通常借卡具夹在机床夹头内, 卡具则进入桿的兩側槽中。



圖 1166 螺旋形拉刀的桿

拉孔时柄部受到重大的拉力和扭轉力矩, 因此便要考虑到它的强度, 此时拉力可根据一般公式来计算:

$$P = p \cdot a \cdot b,$$

式中  $p$ ——單位切削压力(以公斤/平方公厘計), 决定于 槍管鋼和被切去的切屑厚度, 取为 300~500 公斤/平方公厘;

$a$ ——切屑厚度, 公厘;

$b$ ——切屑宽度, 公厘。

**导向部分** 在拉刀进入槍膛时引导其前进的方向, 与槍膛形成三級精度的滑动配合。导向部分的长度为槍膛直径的1~1.5倍。通常拉刀的第一个齿属于导向部分, 这能检查拉孔前准备好的孔的正确性。

在导向部分上作出供搬手用的、在直径上方向对称的兩個平面, 这同时也改善了液体供給条件。

**切削部分** 用以加工槽壁, 切去拉孔工序的余量。这是拉刀最重要的部分, 因为整个拉刀的工作質量基本上取决于它的工作。

为了切屑的連續排出, 拉刀有兩条螺旋槽, 这两条槽是在万能銑床或切絲機床上用帶柄銑刀銑出来的, 所以切削刃是按螺旋槽分佈的。拉刀的心桿像麻花鑽头的一样, 做成圓錐体的。切削部分的结构是: 螺旋槽的螺距、槽的形狀、齿的角度、各齿的具量 and 断屑槽。

切削刃螺旋槽的螺距取决于切屑的排出条件, 主要是創造更

好的切入条件，这可保证工作稳定。

当螺旋线的倾角  $\varphi = 45^\circ$  时这些条件可以得到保证。

这时

$$H = \pi d \lg \varphi,$$

式中  $H$ ——螺旋线的螺距；

$d$ ——拉刀的直径。

槽的形状（圖 116 Б）对切屑的形成和排出具有重大的意义。所有口径的拉刀的齿的前角  $\gamma$  都取为  $10 \sim 12^\circ$ 。但关于最有利的  
前角的问题应在每一个别情况下在加工实践的基础上根据被加工  
钢的性质和切屑厚度来解决<sup>①</sup>。

后角  $\alpha$  取为  $2 \sim 3^\circ$ 。当后角较大时拉刀工作起来不均匀，这  
会在枪膛表面上出现“圆环”，后角较小时会增大摩擦。

为了使拉刀工作得好，就必须使切削齿是锐利的，而切削刃  
是光滑的，且没有凹口、小崩落和扭曲的地方。

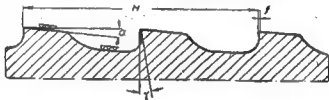


圖 116. 螺旋形拉刀鑽的几何形状

在后面上不应当有刃边，■ 为了有了它会使枪膛的表面光洁度  
变坏。切削部分的直径向校准部分逐渐增大。

工作部分的直径之差由拉孔工序的余量决定。

因此切削刃沿本身的全长切去一定厚度的切屑。

$$a = \frac{h}{2 \frac{L}{H} \frac{\pi d}{\cos \varphi}}$$

<sup>①</sup>根据研究的结果，把前角减小至  $5^\circ$  可以使枪膛的加工光洁度得到  
改善。此外，在这种情况下，寿命也有所增加。

或，代入螺旋綫的螺距的値时，

$$a = \frac{h}{2L} \sin \varphi,$$

式中  $a$ ——切削厚度；

$h$ ——拉孔工序的余量；

$L$ ——切削部分的長度。

切屑厚度取为 0.01~0.03 公厘。

为了使拉刀易于工作，在切削部分上作断屑槽，一般作成半圓狀的，它們把切屑断成許多部分，改善了切屑的排出。■为拉孔时，拉刀除了作前進运动外，还有旋轉运动，因此，断屑槽按直綫分佈。

校准部分 用以修整槍膛并給予槍膛最后的尺寸。

它与切削部分的區別在于：它的直徑在全長上都是一致的而且等于被拉槍膛的最后尺寸。校准部分的特点在于：在后面的有刃边，这在切削部分上是不容許有的。

校准刃边的宽度取为  $f=0.3\sim0.5$  公厘，并在全部長度上应一致。校准部分的后角較小，取为  $1\sim2^\circ$ 。

在校准齿上没有断屑槽。

拉刀由各号高速鋼制備。

为了提高拉刀寿命，拉刀經热处理和最后机械加工后应进行氮化，氮化精的含氮量在 30% 以下，■此温度为  $530\sim550^\circ\text{C}$ ，延緩时间为 6~10 分。

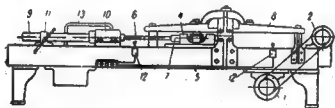


圖 117a 基尔基茲工厂的拉床总圖

拉削工序在螺絲拉床上完成。圖 117 a 和 117 b 所示為一種拉口徑 20~23 公厘的槍管的機床的總圖和傳動系統圖。

機床外廓尺寸為  $6600 \times 1300 \times 1100$ 。

刀架的最大行程為 2000 公厘。

頂尖高為 90 公厘。

拉力為 8 噸。

工作行程速度為 1.8 公尺/分。

電動機  $N=6$  千瓦， $n=1000$  轉/分。

機床配備有齒輪泵。

機床由固定在床身上的電動機 1 帶動，并由三角皮帶經蝸輪減速器 2 把運動傳給絲槓 3。在帶有蝸桿的一根軸上裝着兩個速度的變向离合器，以保證提高空行程的速度，這便大大地減少了輔助時間。絲槓在固定于刀架 4 中的螺母中旋轉，同時刀架沿著床面導軌 5 移動。

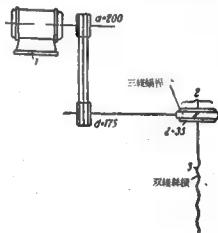


圖 117 b 基爾基什工廠拉床傳動系統圖

为了在挤压膛线工序以前使枪膛表面得到改善，拉刀 6 以其刀杆固定在卡头 7 中，同时它借靠模尺 8 而获得旋转运动（每转一转的路程等于枪膛膛线一螺度），情况和压膛线机床中所描述的相似。

枪管 9 的尾部插入固定在机床上不动的支架 10 的夹头中；枪口的一端用虎钳 11 夹住。在工作行程和空行程終了时，刀架自动地停止在由电开关 12 所定的位置上。

由泵压上来的液体沿输送管 13 进入支架 10 的空处，然后经过枪膛壁和拉刀的导向部分之间的间隙流到切削刃上。

一般都采用含有乳剂 20~30% 的乳状液作为冷却液。

现在正在进行以螺旋形的拉刀在枪膛内形成膛线这一工序的试验，这种拉刀的导向部分与枪膛的形状一样（图 117 a），而工作部分每枚膛线部分都嵌有与膛线宽度相等的齿，这些齿的位置根据膛线的螺度而错开。

在美国工业中，为拉膛线采用刀齿按螺旋线分佈的环形拉刀，螺旋线的螺距相当于膛线的螺度。

为了切去余量，在光拉中，特别在用拉刀拉膛线的工序中都采用组合拉刀。

在上面所研究的拉床上工作，由于很多时间消耗在更换拉刀

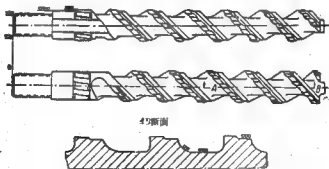


图 117 a 拉膛线用的螺旋形拉刀

上，故生产率很低，这些拉刀的应用次序根据它们的尺寸来决定。

此外，当拉削时，由于工作不安定，上述机床不会促进枪膛表面光洁度的改善。

拉旁特公司制出拉膛线用的特种机床，拉削是用五把自动调换的拉刀来依次进行的。五把拉刀同时拉五根枪管。这组机床也用来光拉枪膛以代替铰孔工序。机床配备有主要运动用的和辅助运动用的液压传动装置。

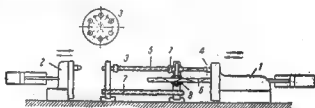


图 117r 拉旁特 (Лановит) 公司的六轴枪膛拉床简图

机床的主要部分 (图 117r) 是：床身、车头 1、尾架 2 和旋转夹具 3。车头有六个固定拉刀用的卡头，这些卡头按圆周排列，当车头向右移动时拉刀作主要运动，而当向左移动时作拉刀安装运动。尾架完成拉刀的安装运动。

旋转夹具为鼓轮形，它有六个安装和固定枪管 5 用的位置，当拉削时这些枪管作相当于枪膛膛线角度的旋转。枪管的旋转借开有螺旋槽的中央轴 6 和带动空心夹头 7 旋转的齿轮传动装置实现。鼓轮上固定枪管各位置之间有六个专用的中间导管 7，这些管在拉刀作安装运动时引导拉刀。机床工作按下面的次序进行。

借夹头 7 安装和固定五根枪管，此时车头和尾架位于最后的位置（最左边）。在尾架夹头中间紧着五把拉刀（按尺寸次序排列）。

当车尾向前面的位置（向右）运动时，拉刀得通过枪膛到车

头夹头的一边，这时，当其尾部进入车头的夹头中时，尾架上的凸輪就作用到开关上，因此推动了关闭拉刀的机构。与此同时车头开始向右移动，从而使拉刀作主要运动。当车头运动时带有螺旋槽的軸迫使螺母 8 旋轉，并且經齿輪传动系統使槍管旋轉，它的旋轉速度相当于槍膛膛綫的綫度。工作行程完了后，帶槍管的鼓輪迴轉  $\frac{1}{12}$  轉，这样拉刀就安裝在导管 7 的对面，此后车头开始向左运动。这个运动繼續到尾架的夹头夹住拉刀，且使与尾架一起向左移动的拉刀由迴轉夹具的导管內出来为止。

鼓輪在拉刀出来后，再迴轉  $\frac{1}{12}$  轉，然后重新开始工作循环。

## 第七章 膛綫的形成

### §40. 膛綫形成的方法

在槍膛內形成膛綫的工序是最重要的工序之一，因为它完成之后，槍管即获得槍膛断面上具有所要求精度的最后尺寸，必要的槍膛表面光潔度和膛綫所要求的綫度。因此必須特別注意地来进行准备工序、調整机床和修整工具。

形成膛綫工序前的准备以及槍膛膛綫部分的精加工的最后几个工序都决定于所采用的形成膛綫的方法。在現代的武器制造中，采用两种原理上不同的形成膛綫的方法：按膛綫法和挤压膛綫法。

第一种方法是用切下切屑的方法得迴膛綫；而第二种方法是使金属發生塑性变形来得到膛綫。用挤压法形成膛綫是在最近几年內研究出来的，并得普遍的应用，它是生产量最高和最經濟的方法。

### §41. 拔 膛 綫

拔膛綫采用拔絲刀或拉刀。

根据所采用的刀具，而把形成膛綫的工序称为用拔絲刀拔膛

續或用拉刀拉膛綫。

拔絲刀按結構分为鈎形的和刷形的兩種。鈎形拔絲刀采用得比刷形拔絲刀为早；最初是制成一把刀片的（鈎），后来才制成二把刀片的。

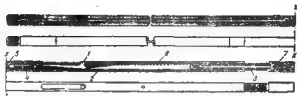


圖 118 鈎形拔絲刀

一个刀片的鈎形拔絲刀的構造如 118 圖所示。它的主要零件是：鈎形刀 1、槓 2、移动槓用的機構 3、錐体 4、錐体的彈簧 5、安置拔絲刀全部零件的管子 6 和拉桿 7。进刀由槓来实现。当借助于機構 3 把槓向刀头方向移动时，刀头就上升，其切削部分露出管子表面的大小由被切去的切屑厚度决定。带彈簧的錐体在拔絲刀回行时，用以放下刀头，以便消除切削刃对表面的摩擦和减小它的磨損。当拔絲刀回行时彈簧推錐体压于鈎形刀的尾部，因此它的切削刃便进入管中。

單鈎拔絲刀沿槍膛运动时鉤出一條膛綫。因此在每一走刀后須轉动槍管，以便切削刃以同样的露出部分鉤下一根膛綫。沿全部膛綫走刀一遍后进行徑向进刀（决定切屑厚度），而工作循环一直重复至形成一定深度的膛綫为止。这些工作条件决定了單鈎拔絲刀的極低的生产率。在苏联的兵工業中这种工具現已不用，而在英国的兵工業中当制造勃郎宁機槍管时却仍然采用。

用拔絲刀拔膛綫时采用拔絲机（圖 119），在此机床中機管 1 固定在配备有分厘环 2 的車头中，槍管借此环在每条膛綫走刀一

① 參看外国技术的評論，兵工制造工艺学苏联國防出版社 一九四一年第一版。





圖 119 拔腔綫的裝置

運后迴轉  $60^\circ$ （槍膛中有六條腔綫）。拔絲刀的拉桿 3 夾緊在完成往復運動的滑板 5 的夾頭中。刀具沿螺旋綫的旋轉運動是借助於具有螺旋形槽的靠模桿 4 和齒輪偶傳給的，此齒輪偶中的一個是齒條按滑動配合裝在靠模桿上，而另一個與拔絲刀剛性地連接在一起。第一個齒條有進入靠模槽內的銷子；當沿靠模運動時銷子在槽中滑動，因此齒條移動并使裝在拔絲刀上的第二齒輪也隨着旋轉。工作是利用拉的方法進行的，此時拔絲刀承受拉伸和扭轉的作用。腔綫照例從彈腔的一方切起。

必須指出，當利用鉤形刀切削時每次進刀后切削角和後角都有變化。

刷形拔絲刀（圖 120）由管子 1、楔 2、拉桿 3 和刷刀片 4 組成。在槍腔內拔腔綫一般都採用八個刀片。



圖 120 刷形拔絲刀的圖





况与拔丝刀管中的孔口相似。

平面的倾角为  $1^{\circ}30' \sim 2^{\circ}$ 。在这个角度下，在鉋刀每一次走刀后可以较好地利用以升起刀片的楔的自动进给进行调整。这种进给是不太剧烈的，此外，楔的断面尺寸  $a$ （圖 123）对满足强度条件来说是足够的。

为了使楔在管中均匀地运动，楔和管使用符合三级配合 ( $X_3$ )。楔用冷拔金属来制造——即用含碳 1.05% 沒有经过热处理的银亮钢来制造。装置刀片的平面的光洁度应该予以特别注意。

拔丝刀的每一个刀片由底座和二个刀口組成。用二个刀口时，刀具的寿命可以提高并可得出比較光潔的膛壁表面。刀片的宽度做得与膛壁的宽度相等，而它的长度大致为膛壁宽度的  $1/10$ 。底座厚度的尺寸应这样计算：就是当刀片完全被楔升起时，底座的頂面不致露出管子的外表面，并当挖去一部分后，底座（特别是在它薄的一端）不致被削弱，以免刀具的损坏，对刃口挖去一部分金属是为了增加重磨的次数和很好地排出切屑，挖下部分的角度为  $8 \sim 10^{\circ}$ 。

刀片的总高度根据被切膛壁的直径决定（圖 124）。

一般認為刀片在楔的平面上离台肩約 2 公厘的地方为刀片在楔的平面上的起始位置。

由此  $x = 2 \operatorname{tg} \alpha$ ;  $y = l_{\text{楔}} \operatorname{tg} \alpha$ 。

楔的切口处留下的厚度将是：

$$a = d - 2y。$$

如果用  $D_K$  表示圖膛壁前的膛壁尺寸时，可得刀片的总高度

$$H = \frac{D_K - a}{2} - x。$$

在拔丝刀沿楔进给长度  $l$  后将得出沿膛壁的膛壁的最后尺

$$\text{寸 } D_n \quad l = \frac{D_n - D_K}{2} \operatorname{ctg} \alpha。$$

刀片底座的厚度应是这样的，使刀片完全向上升起时，底座

不露出于管的外表面之外，即从管的軸綫到刀片底座的距离不大于

$$\sqrt{\frac{D^2 - b^2}{4}},$$

式中  $D$ ——拔絲刀管的外徑；

$b$ ——膛綫的寬度。

刀片底座在薄的一端的最大允許厚度將是

$$h_1 = \sqrt{\frac{D^2 - b^2}{4}} - \frac{d}{2}.$$

底座厚端的厚度是

$$h_2 = h_1 + l_{\text{底}} \operatorname{tg} \alpha.$$

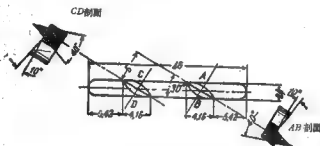


圖 125 拔絲刀的刀片

圖 125 所示為 12.7 公厘口徑的槍管用的拔絲刀中的刀片的結構。

刀刃的楔角為  $40^\circ$ ；在這裏前角是負的，而切削角大於  $90^\circ$  ( $\delta = 110^\circ$ )，因此刀具是刮金屬，而其切屑是極小的絨毛狀切屑，即刀具的工作起刮的作用。刀刃對刀片軸綫的傾角， $30^\circ$  和楔角的最有利數值是根據研究規定的。

最近，在某些工廠中為了改善膛綫表面質量，當切削刃的楔角  $\beta = 90^\circ$  時，把刀刃的切削角增大到  $\delta = 135^\circ$ 。為了刀片彈性變形工作，在刀片的底座看楔的平面之間放圓里面帶有不浸油的薄紙



的金属模垫。这与最后精车的弹簧刀起着大致相同的作用。图 126 所示为用来在 12.7 公厘口径的枪管内，切膛线（八条膛线）的刀片的尺寸和外形，而图 127 所示为在 7.62 公厘口径的枪管中切四条膛线厚度为 240 公厘厚的刀片的尺寸和外形。

刀片用 FK5、XB5 和 Y12\ 号的钢制成。对刀具寿命、较小的废品率和表面光洁度方面效果较好的要算是 FK5 号钢，其次是 XB5 号钢。所以最好是采用含铬 0.5% 和含钨 7.33% 的 FK5 钢来做刀片。把刀片进行热处理（淬火和低温回火）之后，它的硬度是  $Hc=64\sim67$ 。

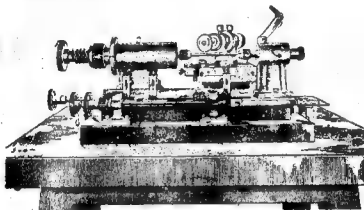


图 128 拔丝刀的刀片磨床



图 129 检查拔丝刀的显现（“小筒”）

当磨刀时，为了提高寿命和消除塌口，在刀锋上作出宽0.02~0.05公厘的斜棱。修整刀刃是用 Индия 和 Арканзас 型的油石，多半是用手来作，因此角度和外形的精度决定于工人的经验。磨棱表面的状况可作为刀刃用钝的标准。

在最近几年里一家瑞士公司设计出了一种磨刀片的机床（图128）。

在刀刃磨锐和砥磨后装置起来的拔丝刀用管状量规（图129）来检验，此时要特别注意所有刀片的刀刃露出量的均匀。

#### § 42. 用拔丝刀拔圆模的拔丝机

用以在枪膛中拔膛模的机床依主轴的配置有卧式和立式之分。第一种多半是单轴或双轴的，而第二种是多轴的。

为了提高生产率、改善管理备件和减小机床所佔面积，创造了立式多轴机床。

根据靠模的型式，机床可分为：1.带平板形靠模的，2.带螺旋形靠模的，3.带装有螺旋槽的靠模棒的。



图 130 布拉特-维特涅拔丝机总图



現在，應用得最為普遍的是 布拉特-維特涅、戴蒙德 (Дай-монд)、巴里干-馬爾 (Баррикан-Мар)、烏德穆 (Удмурт) 帶平面靠模的雙軸臥式拔絲機，這些機床在結構上稍有不同。

在拔絲機的各种結構中，刀具（拔絲刀）沿膛線的螺旋線作往復運動和旋轉運動，而槍管固定在夾具中，此夾具在拔絲刀每兩次行程後迴轉一定的角度，角度的大小由膛線數目和所採用的切削方法決定。

自工作行程到空回行程的轉換是自動地進行的；在某些機床中（較新的結構）空回行程比工作行程的速度大一倍。

為了得到所要求的進給量，模在拔絲刀管中的移動也是自動進行的。

拔絲機的自動化使一個工人能同時看管若干台機床，因為此時只須注意清除刀具上的切屑和用量規檢驗槍膛的尺寸，以便決定切削的終止時間。

布拉特-維特涅機床（圖130）是拔膛線用的最老式也最受歡迎的機床，可用以下數據表示它的性能：

機床輪廓.....	4100×1300×1300公厘
可拔膛線的最大長度.....	750公厘
可拔膛線的最大直徑.....	440公厘
可拔膛線的最小直徑.....	160公厘

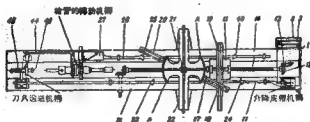


圖 131 布拉特-維特涅拔絲機的簡圖

這種機床的主要部分和結構是：床身、床鞍、床鞍的傳動裝

置、床鞍的工作行程和空回行程的换向机构、靠模、固定和迴轉槍管的機構、拔絲刀楔的送進機構。

机床(圖 131)由馬達利用兩條皮帶，即正行皮帶和反行皮帶(交叉皮帶)的傳動而獲得運動。根據這一點有三個從動皮帶輪：輪1——正(工作)行程，輪2——反(空回)行程和輪3——空轉皮帶輪。當机床工作時一根皮帶应在空轉皮帶輪上。為了使床

圖的運動換向，由專門機構(圖 132)來變換皮帶。這種機構由交叉皮帶的叉子4和直皮帶的叉子5組成，它們的肘形拉桿的尾端與銷子6和7連接。此外裝在板10的槽內的活動小輪8和9與叉子的拉桿連接。當與拉桿11連接的板10向右運動時，由於定形槽和活動小輪的相互作用，活動小輪被向上移動(對圖而言)，而當板向左運動時叉子向下移動，同時移動皮帶：在第一种情

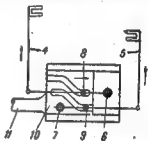


圖 132 皮帶傳動機構

況下——從空轉皮帶輪3把交叉皮帶移到反行程皮帶輪2上，而從工作皮帶輪1把直皮帶移到空轉皮帶輪3上；在第二種情況下——即為起初的位置。

運動從從動輪經錐齒輪12和13傳給絲槓14。机床的絲槓借不開口螺母與床鞍15永久結合，將前進運動傳給床鞍，運動的速度依下式求得：

$$v = n_M i_p i_z t_x a,$$

式中  $n_M$ ——电动机每分鐘的轉數；

$i_p$ ——皮帶傳動的速比；

$i_z$ ——錐齒輪傳動的速比；

$t_x$ ——絲槓的螺距；

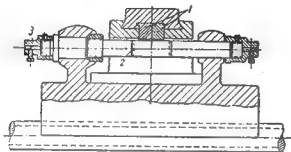
$a$ ——絲槓的核數（即多头螺紋的头數）。

工作行程和空回行程的速度相同，一般為6~7公尺/分。

机床的床鞍携带主轴沿床面导轨16移动，在此主轴的一端装着夹紧拔丝刀拉桿用的卡盘17，而在另一端上用键装在与齿条18永久啮合的圆柱齿轮。

在双面机床中构成齿轮的齿直接切在主轴上(图133)。

为了能够按齿轮与齿条的齿的磨损程度来消除所产生的间隙，一般齿条做成可以相互移动的二部分。



■ 133 拔丝刀座

1—齿条；2—齿轮；3—拔丝刀卡头。

在齿条的顶面上装着进入靠模板20的螺槽内的销子19(图131)，此靠模板用螺栓21连接在机床的固定支架22上。靠模板的位置由它对机床轴线的迴轉角度所决定，此角度与枪膛膛线的螺旋线的傾角相对应。它是按刻在支架的平面A上的刻度来确定。

因之当床鞍前进运动时齿条完成两种运动：一种是与床鞍一起作由丝模获得的纵向运动，另一种是作由靠模板获得的垂直于第一种运动的运动。因此，主轴也完成两种运动：前进和旋轉运动——由齿条經齿轮获得。

前进和旋轉运动間的相互关系应能使拔丝刀描划一条螺旋线，其螺距等于枪膛膛线的螺距。为此，必需把靠模板对机床轴线安装成一角度 $\alpha$ ，此角按下式决定：

$$\alpha = \arctg \frac{2\pi m}{S},$$

式中  $z$ ——固定在床鞍 15 的主軸上的齒輪的齒數;

$m$ ——齒輪和齒條的嚙合模數;

$S$ ——槍膛腔綫的螺度。

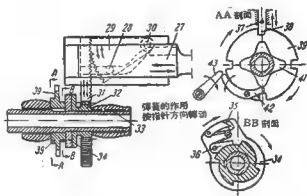


圖 134 迴轉槍管的機構

由膛綫螺度的公差值決定的  $\alpha$  角的公差是:

$$\delta\alpha = \arctg \frac{2\pi m}{S_{\min}} - \arctg \frac{2\pi m}{S_{\max}}.$$

床鞍運動的反轉機構借安裝在拉桿 11 上的擋鐵 23 和 24 帶動。擋鐵 23 和 24 是這樣安裝的，即在工作行程或空回行程中，當拔絲刀的刀刃完全露出于被切綫的槍膛的瞬間床鞍剛好頂在擋鐵上。

在床鞍每一往復行程之後，由專門機構使槍管迴轉，當床鞍向左運動（空回）時碰到固定在拉桿 26 的擋鐵 25 上，因此拉桿與平板 27 一起開始向左移動。在平板的曲綫槽（圖 134）中裝着繞軸 30 迴轉的扇形齒輪 29 的銷子 28。齒條 31 與扇形齒輪 29 嚙

合，齿条的纵向移动引起自由安装在空心套筒33上的齿轮32的旋转。被切膛线的枪管被插在套筒内并固定起来。齿轮32带动圆盘34旋转，圆盘34与齿轮32连接在一起或构成一体；在圆盘34上固定着两个爪35和36。当圆盘34旋转时爪35的斜平面对销钉37施以压力并使止动销38上移，同时使它脱离与圆盘39的啮合。这时圆盘39被爪36旋转。圆盘39旋转终止后止动销38便进入圆盘上的下一个缺口中（一般四个缺口彼此成90°），并将圆盘的位置固定。因为圆盘39在套筒上固定不动，所以转动套筒，并使枪管与它一同旋转。枪管转动的瞬间与床鞍自空回到工作行程运动的转换相当。

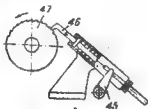


图 135 进刀机构

■工作行程时床鞍架在其路途上碰到挡铁40，因此扇形齿轮、齿条和带圆盘34的齿轮都返回自己的最初位置。

与枪管的旋转同时，拔丝刀刀刃在专门的进刀机构的作用下被推进一定的深度。

在圆盘39的后面装着一与套筒連結的棘輪41，它通过横杆42和43，拉杆44和横杆45把摆动传给棘輪47（图135）的爪46。在棘輪中楔入一个裝在鍵上的并仅能作直线移动的螺桿48。当棘輪旋轉时螺桿被移动一定之值。拔丝刀的楔在运动终止时碰在螺桿头49上，因此被推入拔丝刀管内，同时使刀片上昇相应的数值，此值可按下式求得：

$$h = \frac{z_c}{z_x} t \cdot \operatorname{tg} \beta,$$

式中  $z_x$ ——棘輪的齿数；

$z_c$ ——棘輪送进的齿数；

$t$ ——螺桿48的螺距；

$\beta$ ——楔的平面的傾角。

上面所談到的拔丝机是用于帶偶数膛线的枪管加工。帶奇数

膛线的枪管加工用的机床所不同的仅是移动刀片(刀刃)的机构。

包契 (Bauch) 机械公司拔步膛线用的立式十二轴机床的特征在于: 拔丝刀头以 12 公尺/分的速度向上移动, 同时在靠模板和齿条传动装置的作用下作旋转运动。向下的返回行程以 24 公尺/分的速度进行。当拔丝刀回至原来位置时, 枪管被迴转  $90^\circ$  (在四条膛线时), 以便形成下一条膛线。

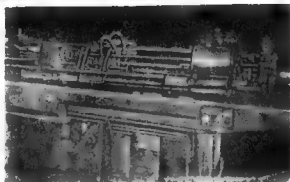


图 136 埃克斯-塞尔-欧 (Ex-Coll-O) 双轴液床  
上拔机枪管膛线用的装置

分度机构与调整刀具到切削深度的机构在运动上是互相联系的。

机床由 7.5 马力的电动机带动, 佔面积  $3.4 \times 0.9$  公尺。

埃克斯-塞尔-欧 (美国) 液压式双轴拔丝机有以下特点: 即每个拔丝刀头与它的丝模连接。丝模的螺距等于膛线的螺度。往复运动借液压传动装置传给拔丝刀的滑板。当前进运动时各丝模 (也就是拔丝刀头) 同时也得到旋转, 这是因为在两个丝模穿过的固定轴承上的滚子进入螺旋形槽内之故。

在拔丝刀每次走刀之后枪管借分度机构 (图 136 上右面) 迴转一个角度, 此角之值由膛线数目决定。被钩形刀切去的切屑的厚度为 7.5 公忽 ( $\mu$ )。拔丝刀从枪管出来后走到刷子下面, 此刷子由电动机带动旋转把锯刀上的切屑清除掉。

### § 43. 切削用量和潤滑液

由于兵工厂所进行的研究的结果，确定了保证所需要的膛线表面光洁度、最大生产率和零件最小的成本的最有利切削速度(对上面所研究过的拔丝刀的結構和材料来说)是：当进给量(3~4个棘轮齿) $S=0.00288\sim0.00384$  公厘/双行程时  $v=6\sim6.5$  公尺/分。

增加切削速度会使废品和退修品大大增加。

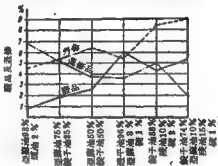


图 137 冷却液对废品率和退修率的影响

为了得到较光洁的表面，在切出所需深度的膛线以后，拔丝刀作若干次不进给的行程，以消除全部残余的不平度。

在某些工厂中，为了提高生产率采用了进刀量的增减调整法。当开始切削时把进给量定为两个棘轮齿，然后增大到五个齿。当膛深度接近规定深度时，进给量自动增减小至一个齿。但这种方法并不能补偿机床上增加附加设备的费用。

在工厂中，采用能保证得到光洁表面的植物油作为润滑冷却液已有很久了，但由于这种油的缺乏而比较昂贵，就要求去寻找这种油的代用品。

图 137 所载为切削时所采用各种液体的资料，图中纵坐标表示废品、退修品和以假定单位计的拔丝刀寿命。

拔膛线后，用刷形拔丝刀在原来的那些机床上鉋膛线。用于

鉋陽綫的拔絲刀刀片的寬度比陽綫的寬度稍大些。

#### § 44. 用拔絲刀拔陰綫的主要缺點

當拔陰綫和陽綫時有如下主要缺點：

1. “條紋”，即縱向擦痕（與拉伸時的髮裂相似），產生這種縱向擦痕的主要原因是金屬屑粘在拔絲刀的切削刃上。
2. “粗划痕”，它同樣會造成廢品，其產生原因是由於切削刃的剝落。



圖 138 “花邊”



圖 139 邊高不一致



圖 140 邊緣的傾斜度

3. “梯邊”(圖 138)的特点是陰綫的邊側上有階梯存在。
4. 邊高不一致，即陰綫兩邊的高度不同（圖 139），它與鉋刀的修整不正確有關。
5. 邊側傾斜（圖 40），這是由於鉋刀的修正不良所引起的相隣陰綫邊側之間的角的毀壞。

#### § 45. 用拉刀拉陰綫

現在槽管的加工很少用這種方法，因為要設計一種在正常排屑下能保證所要求的表面光潔度的拉刀的結構是困難的。在美國，曾採用過拉刀拉陰綫的方法。歐埃爾-依爾（Oil-Year）公司為此曾製造出液壓臥式拉床（圖 141）。拉刀配備有螺旋狀分佈的齒，並在運動時沿軸旋轉。為了安裝槍管，機床上配備有擺動夾具 1，當裝置槍管時夾具 1 傾斜放置，然後迴轉到水平位置，向右移動，並利用手柄 2 的迴轉來夾緊它。為了把拉刀拉過



槍膛而採用鉸鏈式拉桿，它的尾端用卡箍3夾緊於裝配在拉刀刀架的止推球軸承上的夾頭內。潤滑液沿著軟管4供給。

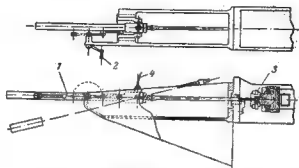


圖 141 在圖埃爾-依爾拉床上以機械-步槍槍管膛綫用的裝置

#### § 46. 用擠壓法（沖錐法）在槍膛內形成膛綫

用刷形拉絲刀在槍膛內鉋出膛綫的方法生產率很低，它要求昂貴的工具有高度熟練技能的工人。因此該工序常是槍管製造中的弱點，同時往往使計劃的完成受到限制，因此以新的更有效的工具替換刷形拉絲刀的問題特別迫切。

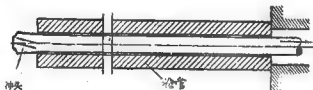


圖 142 用沖頭拉過槍管形成膛綫的簡圖

一九二九年德國曾創造了利用特殊工具——帶有凸起的頭部的沖頭拉過槍管形成膛綫的方法，由此產生了擠壓膛綫法（圖 142）。

对小口径和长度不大的枪管采用这种方法已证明达到显著的生产效果。研究结果，证明这种方法可以运用于枪管制造中（圖 142）。

用上述方法形成膛线所用的工具叫做冲头或挤丝冲。因此在工厂中把形成膛线的操作叫做“冲头压膛线法”或“冲线法”（圖 143）<sup>①</sup>。



圖 143 拉扎列夫工程師的冲膛线机床

#### § 47. 正确的确定冲线工序的根本因素

冲线法形成膛线是以冲头运动时金属变形为基础的，冲头具有压膛线用的凸出部分以及凸出部分间的槽，后者用以沿膛线形成膛线。

伴随着冲线过程所发生的现象与自紧相似，此时枪管金属大部分受到局部过载。

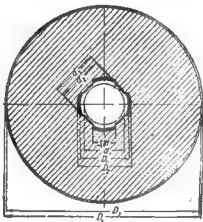
① 圖 143上所画的是冲线机床和工程师 M.C. 拉扎列夫，他由于多年工作的结果得以把冲头运用于 7.62~23 公厘口径的枪管制造中，以冲出膛线。本书使用了他的工作数据。

众所周知，当局部过载时枪管的内层变形较强烈，在某一深度上产生很大的永久变形，而在它们后面的外层仅产生弹性变形。因之冲裁过的枪管金属的全部变形由两部分构成——即永久变形和弹性变形；枪管经冲裁后处于受力状态。

必须注意，枪管金属经冲裁后其全部变形的值不等于它在冲裁瞬间产生的变形。

冲裁瞬间金属的变形值总是比永久变形大一个弹性变形的值，这一弹性变形在去掉载荷后便消失。此弹性变形与上述全部变形部分不同，可把它叫做冲裁后的“消逝”变形。

冲头的尺寸总是比膛腔在冲裁后应得尺寸大一个消逝变形的值。



■ 144 冲裁时的弹性变形和永久变形

图 144 所示为上述变形的值。所用符号如下：

$d_1$ ——冲裁前膛腔之直径；

$d_2$ ——冲裁后沿膛膛量得的膛腔直径；

$D_1$ ——按膛膛量得的膛腔直径；

$d_2$ ——沿冲头凸出部分之间的槽量得的直径；

$D_2$ ——沿冲头凸出部分的直径;

$D_3$ ——冲模前枪管的外径;

$D_4$ ——冲模后枪管的外径。

根据这些尺寸,我们可以指出,当冲制 7.62 公厘口径的试验枪管时,所产生的变形数值。

去掉载荷后的消失变形值

$$d_3 - d_2 = 0'' .302 - 0'' .300 = 0'' .002;$$

$$D_2 - D_1 = 0'' .317 - 0'' .312 = 0'' .005.$$

冲模后永久变形之值为

$$d_2 - d_1 = 0'' .300 - 0'' .293 = 0'' .007;$$

$$D_1 - d_1 = 0'' .312 - 0'' .293 = 0'' .019.$$

冲模后外径增大值

$$D_4 - D_3 = 22.1 - 22 = 0.1 \text{ 公厘}.$$

冲头挤过枪膛的结果不仅形成膛线,而且产生膛线方面金属的径向变形。冲模后得到的枪膛断面尺寸,由变形的值和冲头直径的尺寸决定。

冲头尺寸一定时,膛膛表面的变形值决定于枪管金属的质量(钢号、钢的結構等)、枪管的内外径以及冲模前膛膛的表面状况。目前还没有得到任何可以包括上述变量的计算公式,冲头和毛坯的尺寸都是根据经验方法选择的。对于一定质量的金属,这些尺寸的正确相互关系的确定是顺利地进行工序的主要因素之一。

冲头和毛坯的尺寸由枪管的强度决定,所以只需使枪管产生这样的变形。在这种变形下所发生的应力,不超过极限强度,这样就不会在膛膛表面上产生裂纹而仅膛膛破坏。

当冲头沿膛膛移动时,枪管金属发生变形。为使冲头运动,须要给它一定的牵引力。变形大时牵引力可能大到使工具折断的程度。因此当冲模时尽量采用较小的牵引力,这样,牵引力对于顺利地进行操作便成为相当重要的因素了。

牵引力的大小不但与变形的值和金属的质量有关,而且与冲

头的形状及其运动速度和冲头时所采用的滑润剂有关。

同时，必须指出，牵引力的大小随着枪管口径的增大而增大（图 145），当直径为 23 公厘时达到极大的值——22~24 吨<sup>①</sup>。

当冲制口径 14.5 公厘的枪管时，沿膛线的金属变形值等于 0.72 公厘，而消逝变形值为 0.18~0.25 公厘。当冲制 23 公厘口径的枪管时，这些变形值便大的多，因此牵引力也就增高。

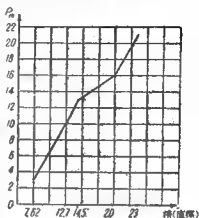


图 145 各种口径的枪管冲制时牵引力  $P$  的变化

根据牵引力的大小冲制可用两种方法来进行：拉（即冲头被拉过膛腔，见图 142）和推（即冲头被推进膛腔，见图 146）。

当冲制法被运用在枪管制造中时，第一种方法采用的较早，但很快就为第二种方法所代替，因为杆的拉伸强度与牵引力的大小远不相称。



图 146 推入冲制法简图

<sup>①</sup> 图 145 系根据生产中所采用的冲制零件、规定的冲头结构 and 冲头尺寸与膛腔尺寸的比例制成。

## § 48. 冲头的构造

圖 147 所示为用以形成縫綫的冲头的現代化結構。冲头的主要工作部分是头部 1，它由兩圓錐体和圓柱部分 2 連接而成。前錐体 3 是进入錐体；与它相連的是帶有頂尖孔的前导向部分（冲头开始进入槍膛用）。后錐体 4 与延長的尾部 5 相毗連。凸部 6 和凹部 7 按螺旋綫形成，但其导程并不等于膛綫的綫度。

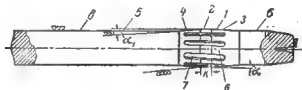


圖 147 冲头的構造

前錐体的角度对牵引力的大小有很大的影响，此角的大小根据經驗方法加以选择。圖 148 表示当口径 7.62 公厘的槍管冲綫时，牵引力根据进入錐体角度的变化而变化的曲綫。在生产中取此角为  $\alpha = 7^{\circ}30'$ ；对口径 14.5 的槍管  $\alpha = 5^{\circ}$ ，而对口径 20 公厘的槍管  $\alpha = 7^{\circ}$ 。

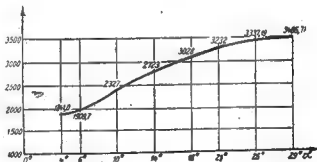


圖 148 挤絲冲前錐体的角度对于牵引力的影响

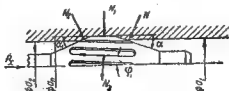


圖 149 冲头沿枪膛运动时的状态

后锥体角 $\alpha$ 的值取其等于前锥体角之值。在头的后部形成锥体，对于减小冲撞时的摩擦从而减小牵引力是必要的。

圖 149 所示为冲头沿枪膛运动时的工作状态。作用于冲头头部的力有 $N, fN, N_1, fN_1, N_2, fN_2, N_3$ 和 $fN_3$ 。力 $N, N_1, N_2$ 和 $N_3$ 所指的是当冲头推进时它的相应表面上所产生的反作用力；力 $fN, f_1N_1, f_2N_2$ 和 $f_3N_3$ 是相应的摩擦力。力 $N$ 由金属变形的值 $(d_2-d_1)$ 决定；力 $N_1$ 和 $N_2$ 由弹性(消逝)变形的值 $(d_n-d_2)$ 决定（在一定的金属和管的尺寸下）。为了把运动传给冲头，必须使力

$$P > N \sin \alpha + fN \cos \alpha + f_1N_1 + f_2N_2 \cos \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + N_3 \sin \varphi_1 + f_3N_3 \cos \varphi_1,$$

式中 $N \sin \alpha$ 等是整个表面上的合力在枪管轴綫上的投影。力 $f_1N_1, f_2N_2 \cos \alpha_1$ 和 $N_2 \sin \alpha_2$ 是与前锥角无关的力。根据实验数据，当 $\alpha$ 大于 $\alpha_{opt}$ （ $\alpha$ 的理想值）时牵引力 $P$ 增大，这可能是由于力 $N \sin \alpha$ 和 $N_2 \sin \varphi_1$ 增大的緣故。当 $\alpha$ 小于 $\alpha_{opt}$ 时，力 $P$ 也增大，但在这种情况下，它的增大可能是由于力 $fN \cos \alpha$ 和 $fN_3 \cos \varphi_1$ 的增大。所以在上述理想的 $\alpha$ 角时下列方程式可以成立

$$N \sin \alpha + N_2 \sin \varphi_1 = fN \cos \alpha + f_3N_3 \cos \varphi_1.$$

作用于后锥体的弹性变形 $(d_n-d_2)$ ，即使后锥体推进。

前述不等式同时表明，在锥面的配合中圆柱体部分（倒棱）的存在使牵引力增加了一个数值 $f_1N_1$ ，从这个观点出发，一般是不希望有圆柱部分的。但是，这一倒棱有助于冲头寿命的提

高，因此在现代化的結構中仍保持着它。倒稜的大小根据被拉的槍管的直徑从 1.2~4 公厘之間选取。

冲头的总長  $L=65\sim 100$  公厘。

冲头在槍管中的推进由支在后端面上的頂桿来完成。頂桿的直徑根据槍膛錫綫的直徑按轉合座配合来选择。



圖 150 頂桿的變形

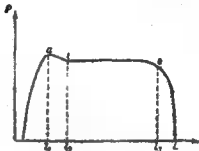


圖 151 牽引力沿槍管長度的變化

当推进冲头时頂桿受到軸向弯曲。頂桿的后端面靠在机床的夾具壁上，而前端頂在冲头的端面上。在这些条件下頂桿的變形（圖 150）依从于欧勒 (Эйлера) 公式：

$$P_k = \pi^2 \frac{EI}{l^3},$$

式中  $P_k$ ——临界力，当超过此力时發生頂桿的弯曲；  
 $l$ ——桿長。

假定  $P_k$  等于牽引力，可求出推进冲头时不致弯曲的頂桿的直徑。

取  $P_k=12,000$  公斤； $l=2,300$  公厘；口徑 14.5 公厘。

在此种情况下

$$d = \sqrt[4]{\frac{64 P_k l^3}{\pi^3 E}} \approx 32 \text{ 公厘},$$

即在該牽引力和長度下不致弯曲的頂桿的直徑大大地超过槍管



口徑。因而，当推进冲头时直徑小于 14.5 公厘的頂桿經常被弯曲。

必須指出，牽引力的大小沿槍管全長稍有变化，其情形大約如圖 151 所示。 $l_1$  以前的一段是冲头的进入部分，此时牽引力迅速增大到極大值，即至  $a$  点，此点相应于膛线断面形狀完全形

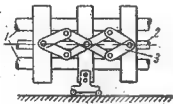


圖 152 “連鎖”中心架

1—中心架用導軌；2—頂桿；3—鉸鏈連接。



圖 153 “連鎖”中心架的板

成。 $l_1-l_2$  一段，牽引力稍下降，這可能是由于分力  $N_1 \sin \alpha_1$  的出現。 $l_2-l_3$  一段，冲头产生正規的运动，它的特征在于牽引力不变，最后在  $l_3-l$  一段，牽引力下降，■为冲头伸出了槍膛。

冲头的殘度，必須根據最大的力来计算。

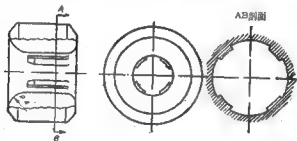
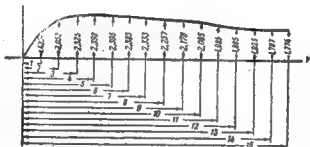


圖 154 製造冲头用的鋼模

当冲膛时，为了防止頂桿弯曲采用一种特殊夾具——“連鎖”中心架（圖 152），也就是許多用鉸鏈連接起来的可移动的金屬

板(圖 153)。在每塊金屬板的中心有精密加工過的孔,頂桿便通過此孔。金屬板被裝在机床的導軌上;當推進沖頭時金屬層沿著導軌滑動而靠攏。

冲头用耐磨性很大的合金钢 (FKC、X12M 钢等) 制成。冲头的头部在 АМК 式锻造机上用顶锻的方法获得, 而凸出部和小槽是用将冲头拉过圆模的方法 (图 154) 得到的。把冲头淬火并在  $160 \sim 180^{\circ}\text{C}$  下回火。回火后冲头之硬度  $HRC = 63 \sim 65$ 。



实用上也采用了其它形状的冲头，如图 155、156、157 所示。前两种冲头由于制造复杂并且在减小牵引力方面优越性不大，而第三种寿命较低，故都还未得到广泛使用。

## § 49. 冲模时管材硬度对其变形和牵引力的影响

冲裁时残余变形随着金属硬度的增加而减小, 而弹性(消失)变形和牵引力则增大, 这在图 158 上表示的很清楚, 该图所根据的资料为被冲制的枪膛直径  $d = G''_{.297}$ , 所用冲头凸部的直径为

0' .3175。

可見，当用冲头冲一般具有不同硬度的槍管以及沿槍膛全長的硬度不同的槽管时，所得出的槍膛断面直径的尺寸是不同的并且可能超过公差。所以槍管的硬度只能允許在严格规定的范围内变动，在这个范围内槍膛的直径尺寸不会超出極限尺寸。因此当槍管热处理时必须严格遵守规定的规范，以保证得到同样硬度的槍管。这迫使以大的淬火池<sup>①</sup>来代替小的。

要达到所有的槍管的硬度相同和槍管的整个长度上的硬度相同是不可能的。因此为了得槽槍膛断面的相同直径，須在冲縫前把槍管进行硬度試驗，并根据試驗結果来分类。当冲制各类槍管时采用与其相适合的冲头。

檢驗时分組的数目可能是不同的：例如，当冲制口径 14.5 公厘的槍管时把它們分成八組（表 22）。

根据兩点——在槍口和槍尾部分預先鏟出的平面，决定槍管的硬度。

槍口和槍尾部分的硬度不同时按平均硬度選擇尺寸。

既然弹性(消逝)变形值对膛线有很大意义，則冲头的凸出部

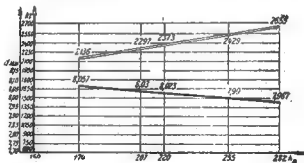


圖 158 殘余变形和拉力与槍管毛坯硬度的关系

① 參閱槍管的热处理 § 67。

分的直径就是冲头的极限尺寸,因之,当冲制硬度不同的枪管时,即以此直径作为选择冲头的原始尺寸。

在一定的冲制方法下,除得到更为一致的枪膛尺寸之外,枪管按硬度分组还有其他十分重要的经济意义。随着枪管按硬度分组,冲头寿命大大的提高了,因为当具有第一组尺寸的冲头被磨损时,便把它转用于第二组,以此类推。

当使用适合于一种硬度的尺寸的冲头,冲制枪口和枪尾部分硬度不同的枪膛时,得出的枪膛是锥形的。

表 22

硬度组别	印痕的直径 (公厘)	$H_R$	冲头凸出部的直径 (公厘)
1	3.2—3.3	363—341	15.22
2	3.3—3.4	341—321	15.21
3	3.4—3.5	321—302	15.20
4	3.5—3.6	302—285	15.19
5	3.6—3.7	285—269	15.18
6	3.7—3.8	269—255	15.17
7	3.8—3.9	255—241	15.16
8	3.9—4.0	241—229	15.15

### § 50. 枪管内外直径的变化对牵引力的影响

随着外径的增大,牵引力和弹性(消逝)变形增大,残余变形则减小。图 159 和 160 所示为用冲头冲制  $d=0'' .297$  的枪膛时牵引力和外径的增大量的变化(枪膛长度  $l=110$  公厘、冲头凸出部分直径  $d=0'' .317$ )。

上述外径的影响决定了必需将枪管制造工艺过程中某些工序加以适当安排。例如,为了减小牵引力,在冲制前车外面是最合理的。同时必须注意,当车削时外径沿全长的变化导致枪膛直径尺寸发生变化。冲膛时由于不同的变形值,枪膛的直径尺寸在枪

管薄的部分較大，而厚的部分比較小。當外徑沿鉛管全長變化的很大時，槍頭的內部尺寸超過公差，得出的槍膛就是圓錐形的。

圓柱形槍管對於沖模是很理想的。因此按照這一原則來規定槍管在沖模前的車外圓工序。沖模前車外圓時，使與膛模部分長

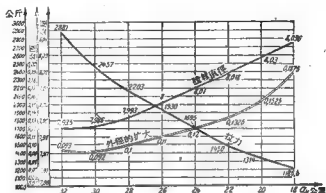


圖 159 殘余變形和拉力與管壁厚度的關係

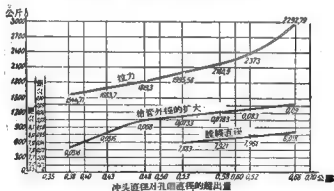


圖 160 殘余變形和拉力與沖頭直徑超過孔徑的數值的關係

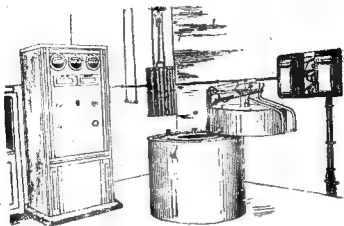


圖 181 荷蛋 (XOMMO) 型加熱爐

度相等的槍管部分成為圓柱形。不大的階梯形、銹度或局部加厚部分，在它們的影響不大，而槍膛尺寸不超過公差範圍的條件下是可以允許的。經驗證明，對於 7.62 公厘口徑的槍管，其外徑變化不應超過 12%。

由於槍管的外表面上的局部加厚部分（准星座和表尺的凸出部分等），當沖槌時這部分的槍膛會發生收縮。槍膛的局部收縮是最不希望有的，因為子彈沿槍膛運動時在這些區域內會發生阻滯現象，並由此可能產生火藥氣體壓力的急劇增加，使槍管膨脹或破裂。

因此用鉋膛機方法來製造膛線的毛坯，與用沖槌方法所用的毛坯是不同的。

必須注意在沖槌以後槍管各部分的外圓加工工序中，可能由於彈性變形而發生槍膛直徑的變化，因為當切下金屬層時它在各斷面上的平衡狀態都被破壞了。由於原來對內層起壓縮作用的上部應力層的消除，會發生槍膛直徑尺寸的增大，同時還可能使槍

管發生一定的弯曲。为了消除这一缺点可在冲裁后将枪管适当的回火，这能使塑性变形巩固和稳定下来，并可消除内应力。

对于用枪管鋼制成的 7.62 公厘口徑的槍管的回火是在 ПИ-22 (Хонмо 型) 爐中加热到  $510^{\circ}$  并延緩 60 分鐘(圖 161 和 162)。每个鉛槽中裝填 43 根裝在特殊的夾具中的槍管(圖 163)。电流輸送到鋤鉄坩鍋加热器，其电压为 220 伏特，电流为 140~160 安培。

槍管放在空气中冷却，有时候为使过程加快便放在气流中冷却。

回火后試驗槍管硬度，并檢查它們由于不正确的回火可能發生的膨脹。

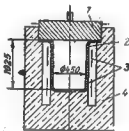


圖 162 Хонмо型爐的断面

1—蓋；2—坩鍋；3—加熱器；4—爐料。



圖 163 裝載槍管用的夾具

对于一定的冲头，冲裁面槍膛內徑的变化也影响着变形牽引力的变化。隨着內徑的減小，变形和牽引力都增大。因此，冲裁面槍管的加工应当有足够的精度<sup>●</sup>，以便保証在冲裁后得到的槍管在膛綫部分具有規定的公差。

冲裁前槍膛表面光潔度具有很大的意义。不光潔的表面，特别是由鉸刀引起的橫向刀紋会使冲头的工作变坏，因之，在冲裁后槍膛表面上可能产生擦伤、灰塵現象等等。为了消除这些毛

● 不低于圖圖中所規定的冲裁后槍管成品的精度。

病，在冲拔前及光拔后，枪膛表面还要用刷形拔光刀来光拉，在这种拔光刀里，刀片在管中的配置要能保证同时拔光整个枪膛表面；刀片彼此要互相重叠。完成这种工序的程序类似于拔膛线<sup>①</sup>。

### § 51. 冲拔时润滑对于牵引力变化的影响

冲拔时枪膛表面如果有润滑便会使冲头楔住，而且事实上不经过润滑也是不可能的。牵引力显著地随润滑油的种类及其物理化学性能而变化。

在冲拔时曾试验过非金属润滑剂（甘油、肥皂、酚醛树脂等）、金属润滑剂（铜、铅、锡、铜加铅等）和混合润滑剂（铜加肥皂等）。经验证明，用金属润滑剂所得到的效果最好。图 164 表示冲拔口径 14.5 公厘的枪膛时牵引力的变化与润滑剂种类的关系。

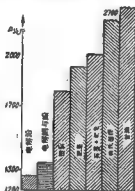


图 164 冲拔时牵引力随润滑剂的不同而变化图

液体润滑剂对冲拔是不利的，因为牵引力很大，这可以用液体润滑剂会从冲头工作表面挤压出来的道理加以解释。用液体润滑剂所得到的枪膛表面极不光洁。

使用金属润滑时，牵引力最小，所以在实际上都采用它。在形成膛线前直接用电或化学的方法把金属加到枪膛表面上，冲拔后再把

润滑剂除去。

枪膛表面镀铜的方法，采用的最为普遍，因为镀铜的工艺过程简单，它不要求复杂的准备工序。此外，在冲拔后有时也不需要把枪膛的铜去掉，因为在加热枪管，进行回火时铜就烧掉了。

<sup>①</sup> 在最近，对某些枪管，使用刮刀通拉枪膛，以保证所需要的精度和表面光洁度；随着这刮刀的采用，拔光工序便没有了。



• 鍍銅時採用以下成份

硫酸銅( $\text{CuSO}_4$ )	12%
鹽 酸 ( $\text{HCl}$ )	7%
水	80%
氯化錫( $\text{SnCl}_2$ )	1%

為了鍍銅用通條把槍膛擦拭，通條尖端包上浸過以上成份的溶液的呢絨。槍膛要擦拭兩遍，擦拭時要迅速移動通條，這樣就可以在槍膛整個表面上得到一層均勻的銅，緩慢移動通條時就會發生銅層的局部變厚，這樣在沖槌時會形成凹陷。

沖頭也要鍍銅，即用浸過上述成份之布片擦拭。

要使槍膛表面很好的蓋上一層銅層，得把槍管浸在苛性鈉溶液中除去油脂。在去油脂時把槍管放在一個或依次地在兩個槽內煮沸，溫度  $95^{\circ}\sim 104^{\circ}$ ，持續時間 15~30 分鐘，煮沸後把槍管在熱水和冷水中洗淨，以便除去苛性鈉<sup>①</sup>。

也有用電解方法把槍膛表面鍍上一層鉛，即用浸在電解液中的鉛條（陽極）來擦，而且預先除去油脂及其他。

在沖槌後鉛可以在專用的鹼池（ $\text{NaOH}$ ； $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ； $\text{NaNO}_2$ ； $\text{NaNO}_3$ ； $\text{Pb}$  和  $\text{Fe}$ ）中除去。

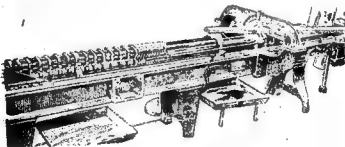


圖 165 沖槌機床

① 去油脂將更詳細的在 § 70 中加以敘述。

## § 52. 冲裁用的机床

冲裁用的机床结构(图 165)很简单。图 166 所示为这类机床之一的简图。机床把沿着螺旋线螺纹的前进和旋转运动传给固定在主轴上的枪管。机床的机构由马达带动: 冲制口径 14.5 公厘枪管用的马达功率为 13 瓦, 从马达皮带轮 1 把运动传给皮带轮 2 和与他刚性连接在一起的蜗杆 3。蜗杆 4 使丝杠 5 作旋转运动, 支架上有一个主螺母, 螺桿旋入主螺母时, 把前进运动传给主轴支架 6, 枪管安装在主轴内。

当支架移动时齿条 7 上的销子 8, 在靠模板 9 的槽内滑动, 这样齿条被移到一方并经过齿圈 10 把旋转运动传给装有枪管的主轴。

当挡铁 12 碰上电磁开关 14 时, 马达就发生换向, 马达的轴开始反向旋转, 支架就向后退; 当挡铁碰上开关 13 时, 马达的电门关上, 机床就停止工作。

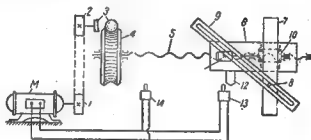


图 166 冲裁机的传动系统图

更换枪管之后一按按钮机床就开动了。

在工作运动时, 枪管以其一端顶在中心架的环上, 使中心架横叠起来; 在回复运动时中心架向起始位置移动。

为使枪管得到旋转运动需要调整机床, 其方法与调整丝机相类似。为使枪管得到旋转运动, 应把靠模装成  $\varphi$  角(图 167),

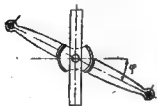


圖 167 鑽模的裝置

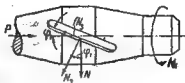


圖 168 作用于冲头的力

这个角的大小按类似于拔絲刀旋轉运动的公式决定，但在个别情况下計算导程的大小可不与紋絲繩度相符，这时导程的大小可用經驗方法来選擇。

为了說明以上这些，我們来研究一下冲模时冲头在槍管内的情况。

当冲头运动，使金屬变形的时候，力  $N_2$  和  $fN_2$  作用在冲头面上（圖 168）。將这些力投影于与运动軸綫垂直的平面上，則得：

$$N_2 \cos \varphi_1 - f N_2 \sin \varphi_1 = N_1,$$

式中  $\varphi_1$ ——冲头槽的螺旋角。

力  $N_1$  作用于冲头的力臂为  $R$ ，并因力矩  $N_1 R$  的存在，冲头力圖迴轉。冲头的迴轉，为冲头的尾端面（圖 169）在与頂桿接触处的摩擦阻力矩所抵抗。为了使冲头能很好的对准中心，并能够抵抗迴轉，冲头的尾端面做成圓錐形。

冲头的迴轉方向由力  $N_2 \cos \varphi_1$  和  $f N_2 \sin \varphi_1$  的比而决定，假若力  $f N_2 \sin \varphi_1$  小于力  $N_2 \cos \varphi_1$ ，那么冲头將向槍管旋轉的方向迴轉。

因此，角  $\varphi$  可以不等于角  $\varphi_1$ ，即可以与紋絲繩升角不同。用以确定这兩角之差的計算公式是沒有的，要用經驗方法决定。

推进冲头的速度影响着牽引力大小的变化（圖 170）；根据这点冲模速度是 0.77~1.03 公尺/分。

在上述結構的机床上，空回速度等于工作速度，但是也采用

空回速度大于工作速度一倍的机床。

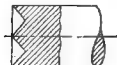


圖 169 冲头尾端面

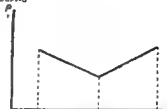


圖 170 冲头速度对牵引力大小影响

冲头的推进可从枪尾 (ПТРД) 或从枪口 (ДП) 部分开始。

值得指出，在冲头终止时发生所谓冲头射出的效应，从枪管中推出冲头主要依靠冲头时处于应力状态的冲头顶杆的位能。当冲头推进时顶杆不仅被弯曲，而且被压缩，所以当出口时，阻力迅速下降，顶杆的弹性变形消失，冲头即产生向前推动的现象。

### § 53. 枪管膛线部分的检验

对枪管膛线部分进行检查用下列三种界限量规：

1) 按阳线检查直径用的量规 (圖 171)；



圖 171 按阳线检查直径用的量规



圖 172 按膛线检查直径用的量规



圖 173 检查膛线宽度用的量规

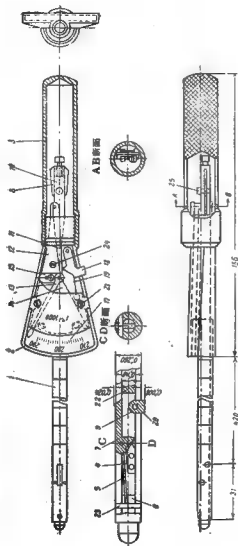


圖 174 沙德林(Шапоров)式草具

- 1—管子；2—匣；3—手把；4—塞尺的接柱体；5—塞尺彈簧；6—柱塞；7—塞尺；8—后接柱体；9—插入物；10—后接柱体头部；11—指示板；12—指示板彈簧；13—指示板；14—指示板彈簧；15—指示板；16—盒蓋；17—鋼皮蓋；18—爪；19—爪的彈簧；20—銷釘；21—螺釘；22—拉桿；23—鋼釘；24—支柱；25—螺釘。

2) 按陰綫檢查直徑用的量規 (圖 172) ;

3) 檢查陰綫寬度用的量規 (圖 173) 。

通過量規一般從槍口部分開始通過槍綫的全長。

實驗時為了沿陽綫和陰綫得到準確的實際直徑數值 採用沙德林式 (Шадрин) 量具 (圖 174) 。

定期地用圖 175 所示的儀器檢查陰綫的離度。

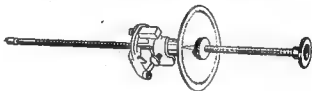


圖 175 檢查陰綫離度用的儀器



圖 176 “平盤” 14.5 全徑 MTPC 陽綫用的沖頭

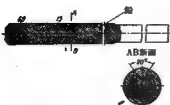
與量規檢查的同時還檢查表面光潔度。沖頭后的主要缺陷可能是：

1) 當用質量不好的潤滑劑時，由於金屬粘在沖頭上而產生縱向擦痕。

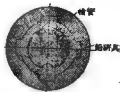
2) 由於金屬硬度和銅層厚度的不一致而引起的波紋；可用光沖頭拉過 (圖 176) 的方法消除之。

3) 由於沖核前鉸孔的殘余痕跡引起的橫向擦痕。這可用或絲刀鉋陽綫和陰綫的方法來消除，而且，在這種情況下往往把管進行加強鍍鎳。

最後必須指出，當沿著長而細的槍管推進沖頭時，由於軸向力對它的作用，在沖核時槍管可能被彎曲，這是極不希望的；因



■ 177 錫條熱鉛用的通条头



■ 178 槍腔陰模煉鉛用的通条头



■ 179 拋光陰模用的机床



圖 180 拋光陽模用的机床

此在長而細的槍管中采用聯合方法以形成膛綫，這就是開始是拉膛綫，然后用沖頭給以所謂“補沖”。按照這種方法拋出膛綫之后，再用光沖頭加以“平整”。當用此法時波絲刀只切去較小的余量，這樣的工序在經濟上是有利的。

## § 54. 槍膛表面的精加工

槍管膛綫部分表面的精加工包括陰膛表面和陽膛表面的拋光。這些工序中的大部分，照例是在工藝過程的末尾，和被拉的槍管回火之后連續地進行。在個別情況下，拋光之前先用光沖頭拉光陽膛，然后把槍管放在酸槽內去煮，以便達到更好的拋光。



圖 181 槍膛在五軸機床上擦鉛用的裝置

用尾端裝有鉛研磨具的并在研磨具上覆蓋一層調有柴油或變壓器油的微粒金剛砂（минутник）的通條來拋光。

對陽膛的拋光使用帶光滑的鉛研磨具的通條（圖 177），但拋光陰膛時，則用帶有凸出部的通條（圖 178）為使金剛砂很好的粘住不掉，在研磨具上作出紋路。

根據所採用的工具，槍膛的拋光稱為“擦鉛”。

擦鉛用手進行或在機床上進行。擦鉛用的機床有兩種：具有不同主軸數（2~5）的臥式和立式機床。

特殊拋光機（圖 179）是用來拋光槍膛的陰膛。槍管裝在固定的夾緊機構 1 中，而鉛



研磨具裝在自由旋轉的主軸2中。因為主軸位於滑塊上，固定在飛輪上的連桿3使滑塊上下移動，故使鉛研磨具在槍膛中沿着陰模移動。

對槍膛陽模的拋光採用另一形式的機床，它的差異僅在於：圓形鉛研磨具在這種情況下被夾緊在主軸上，主軸被強迫依照圓模的輪廓作旋轉運動，這種機床如圖180所示。槍膛的陽模，常常在鉛研磨具不僅作前進運動，而且作迅速的旋轉運動的機床上進行拋光。雖然這時可獲得正確形狀的陽模，但在陽模上卻留下橫向的研磨痕跡。

圖181所示為五軸拋光機床，研桿被夾緊在主軸的夾頭中并被引入裝在架子下方的槍管腔中。往復運動（每分鐘50次）是借曲柄連桿機構傳給主軸頭。研磨具借垂直的操縱桿和沿著它滑動

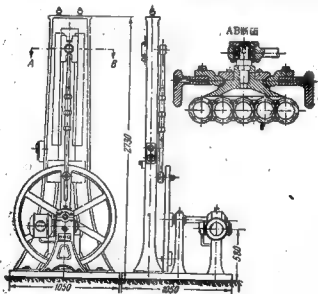


圖 182 Zbrojewka 的五軸研磨機床

的齒輪得到螺旋運動，該齒輪將旋轉運動通過中間齒輪傳給裝在主軸上的小齒輪。

圖 182 所示為 Zbrojowka 公司用作拋光陰綫的與上述類似的五軸拋光機床的結構。

## 第八章 槍管彈膛的加工

### § 56. 彈膛加工工序的特性

各種槍管的彈膛是由在機床上鉋孔和最後手工光整的方法將其各段連續地形成的。這在大多數情況下要採用三個工序：1)彈膛的預加工，2)彈膛精加工和3)彈膛的最後手工光整(圖 183)。在個別類型的武器中，例如，ПТРС 和 ШИП 的彈膛就由兩個工序來加工：1)在機床上預加工彈膛和2)彈膛的手工光整(圖 184)。

彈膛加工的每一工序是由根據切削工具的更換而決定的一系列工序所組成。這時，加工餘量公差逐漸減少，彈膛加工的表面光潔度逐漸增高。

在槍管製造中，彈膛加工工序是在不同的時間完成的。在大多數情況下，各工序的次序如下：

1. 在形成膛綫之前預先鉋出彈膛，這可以在槍膛精鉋 (1891/1930 式步槍，ПМ, ПТРС) 之前或精鉋 (ДП) 之後進行。

2. 在槍膛膛綫部分最後加工之後進行彈膛在機床上的精加工。

3. 在所有情況下，彈膛的手工光整都在工藝過程終了，或在槍膛鍍鉻之前進行 (ДП)。

這樣的工序順序可用一系列的情況來說明，其中某些情況對整個槍管的結構是有意義的。

1. 彈膛的各段必須和槍膛的膛綫部份同中心綫。彈膛加工工序應該滿足的基本要求。■此彈膛加工時，必須取槍膛表面作為確定彈膛各段對槍膛膛綫的定位基準之一。基準面加工得愈準確，彈膛各段和槍膛的偏心率愈小。這種情況就決定了必須在形

成膛线之后在机床上进行弹膛精加工，而手工光整必须在工艺循环的最后来进行。

2. 经常用膛膛表面作为基准时，特别是切削力大的时候，就可能将这个表面损坏。所以各道工序加工余量最大的弹膛切去最厚的金属层的预加工工序要在形成膛线之前进行。



图 183 4M 弹膛的加工图



图 184 ПТПС 弹膛的加工图



图 185 1891/1930 年式步枪弹膛的加工图

另一方面，在使用拔丝刀拔膛线时，为了减短膛线表面的长度，并保持刀具有较长的寿命，把弹膛预加工工序放在形成膛线之前是合理的。这一个条件在使用挤丝冲挤压膛线的枪管加工中是没有实际意义的；所以在用冲线法形成膛线的某些枪管(ПТРД, ШБАК)的加工工艺过程中，弹膛的预加工在形成膛线之后进行。

3. 在枪管外部加工的工序中，常常用弹膛表面和枪管后端面作为定位基准。枪管端面的最后加工在一系列的外部加工之后进行，然后接着进行弹膛的精加工以及在工艺过程的末了进行最后的手工光整。

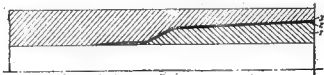


圖 186 ПТРД 彈腔的加工圖

彈腔的預加工首先包括形成第一和第二錐體（圖 183，185 和 186），但在個別情況下，同時加工第三和第四錐體（圖 184）。圖 187~189 所示為完成該工序的工步順序。在第一種情況下，工序經四個工步後完成，而在第二種情況，要經九個工步（形成第一和第二錐體後經二個工步形成第三和第四錐體）。

彈腔在機床上的精加工，或者僅由第一和第二錐體（ДП 和 ПТРД）一次連續加工所組成，或者再加上加工第三和第四錐體（步槍和 ПМ）的工步。

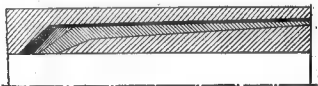


圖 187 1891/1930 年式步槍和 ПМ 的彈腔預絞簡圖



圖 188 ДП 彈腔的預絞簡圖

彈腔手工光整時，是最后加以修飾，使它具有所要求的精度和光潔度。在 ДП 和 ПТРД 槍管的光整工序中還包括了彈腔第



圖 189 ITPC 彈體的加工

三、四和第五錐體的預加工工步，這時工步順序確定如圖 190 所示；步槍槍管的手工光整僅包括第一和第二錐體的光整。

總結起來，彈體各段的加工順序有如下數種：

**第一方案：**

1. 第一和第二錐體的機床加工（預加工）；
2. 第一和第二錐體的機床加工（半精加工）；
3. 第一和第二錐體的手工光整和第三、四、五錐體的加工。

**第二方案：**

1. 第一和第二錐體的機床加工；
2. 第一和第二錐體的機床加工和第三、四、五錐體的加工；
3. 第一和第二錐體的手工光整。

**第三方案：**

1. 第一、二、三、四錐體的機床加工；
2. 彈體所有錐體的手工光整。

對於確定彈體加工工序的見解不同，一方面可以解釋為由於槍管構造某種特征和工藝過程中各工序的位置。例如：1891/1930 年式步槍槍管中。彈體在槍管和節套裝配好之後，進行最後光整，所以第三、四、五錐體的加工，屬於第二個工序。另一方面，在我們看來，這種差別也可解釋為是一種偶然情況。譬如：彈體第三和第四圓錐的預加工包括在手工光整工序中，不能認為是完全合理的，因為手工切去很厚一層金屬非常困難，並且需要很長時間。根據這一點，彈體的下列典型加工方案是最合理的：

1. 第一和第二錐體的預加工。

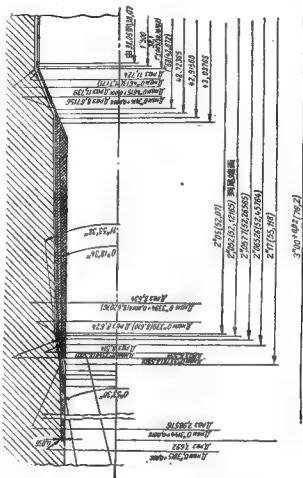


图 190 山口弹腔的手工光整

2. 第一、二锥体的第二次加工和第三、四锥体的预加工。
3. 弹腔各部分的最后手工加工（工序 1 和 2 可以合併起来）。

### § 58. 弹腔加工用的切削工具

加工弹腔使用下列切削工具：

- 1) 麻花钻，2) 双齿铰钻（圖 191），3) 双齿铰刀（圖 192），
- 4) 三齿铰刀，5) 四齿铰刀，6) 五齿铰刀（圖 193），7) 六齿铰刀（圖 194），8) 八齿铰刀，9) 十齿铰刀以及 10) 十二齿铰刀（圖 195）。

切削工具的这种多样性，说明了各种槍的弹腔加工工艺过程的特殊性，这也是制槍厂之圖缺乏弹腔加工的标准工艺和必要的經驗交流所造成的結果。

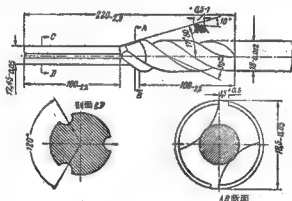


圖 191 ITPC 彈腔用双齿鉋鑽

双齿和三齿铰刀应用于弹腔第一和第二锥体的预加工，由于双齿铰刀制造和磨銳都較容易，所以使用最普遍，它还可以保証在切屑順利退出时，將厚的切屑排去。

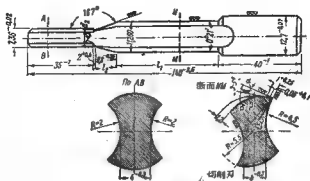


圖 192 双齿铰刀



圖 193 五齿铰刀

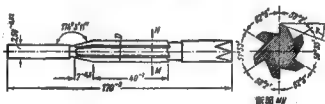


圖 194 六齿铰刀

五齿和六齿铰刀广泛地用在加工弹膛第一和第二锥体时的中  
■工步，同时也用于第三、第四锥体的预加工和终加工。通常在  
五齿铰刀加工之后，采用六齿铰刀加工，以便得到表面比较光滑  
的弹膛。



十齿和十二齿铰刀通常是使弹腔具有最后精度和表面光洁度的校准刀。它主要用在第一和第二锥体的手工光整和加工第五锥体弹头进口。

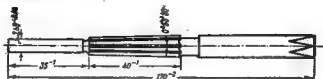


圖 195 加工彈腔用十二齒鉸刀

在许多情况下，弹腔各段用五齿或六齿的负前角铰刀进行最后光整，因此，铰孔时就产生刮的作用，使弹腔表面达到了所需的光洁度。每把铰刀包括三部分：前导向（基准）杆，切削部分和刀杆。

在多数情况下，铰刀的切削部分要保证两个锥体（第一、二或第三、四）的共同加工。同时，使用着一种单式铰刀，其切削部分只用在个别工步中（弹腔大圆锥体加工，圖 196）或只用于加工弹腔的一个锥体（第五锥体，圖 195）。铰刀切削部分的这种组合决定于弹腔的构造和退光条件。

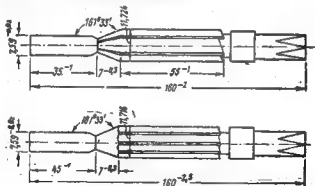


圖 196 加工彈腔大圓錐體的鉸刀

如图 192 和 197 所示，加工弹腔第一和第二锥体所用铰刀的切削部分，决定于给定的尺寸。

在第一种情况下（图 192），在制造切削铰刀的工作图中，给出了第一和第二锥体连接处的直径  $d_1$ ，铰刀的大圆锥体长  $l_1$ ，它的圆锥角  $\alpha_1$ ，铰刀的小圆锥长  $l_2$ ，和决定铰刀小圆锥锥度的角  $\alpha_2$ 。在第二种情况下（图 197），已知  $d_1$  和  $l_1$ ，并注出尺寸  $d_2$  和  $l_2$  以代替圆锥角：前一个尺寸相当于大圆锥进入直径的尺寸，而第二个尺寸相当于大圆锥体的长度。为了形成铰刀的第二锥体，只用一个圆锥角  $\alpha_2$  来表示，因为已知圆锥与圆柱体过渡处的直

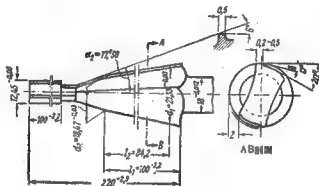


图 197 双齿铰刀

径时，第二锥体的长度可以求出。

这样，在图 197 中所表示的铰刀切削部分的尺寸直接和工序图的尺寸一致；而图 192 所示的铰刀切削部分的尺寸则间接的，也就是说要经过换算和工序图上的尺寸取得一致。

第二种注尺寸的方法（图 197）是比较好的，因为在这种情况下，铰刀的工作尺寸可以直接检验，并且不必经过辅助计算就

① 由三个尺寸的和来确定

可以估計它的可能的改变。

銑刀齿切削諸元的数值列在表 23 中。

表 23

切削諸元名称	双 齿 銑 刀	五 齿 銑 刀
后 角 $\alpha$	3—5°	3~6°
前 角 $\gamma$	5°以下	0
刃 带 $a$	0.2~0.5公厘	0.2~0.5公厘
角 $\gamma$	—	95~100°
齿 厚 $K$	—	1.2公厘

在許多情況下，精銑刀都制成不等齿距，因为經驗証明，这种銑刀划痕較少，并且能很好地使彈體表面平滑，以保証所要求的光潔度。

銑刀的制造尺寸按一般的規則来决定，也就是說，应用工序卡片圖上所註的尺寸和公差作为計算的原始数据。現有銑刀的实際尺寸大致都符合下式所算出的結果

$$A = B + \frac{2}{3} \delta_B,$$

式中  $A$ ——銑刀的实際尺寸；

$B$ ——工序卡片的圖上所註的尺寸；

$\delta_B$ ——尺寸  $B$  的公差。

銑刀的制造精度大約相当于  $1/3\delta_B$ ；精銑刀的制造不準確度公差不超过 0.02 公厘。

用齿数較少的銑刀的加工余量最大。例如，对于双齿銑刀，实际上直徑的加工余量值規定为 0.15~0.5 公厘；而对于五齿銑刀則是 0.03~0.08 公厘（对于刮削銑刀的余量定为 0.02 公厘）。所引用的数据，还有用各种不同的銑刀銑孔时加工余量向增大一方或向减小一方变化的可能。

表 24 列举加工 ПТПС 弹膛时所采用的尺寸、余量和公差 (公厘) 的大致对比。

表 24

工 步 名 称	余 量	尺 寸	公 差	铰刀尺寸	公 差
铰第一及第二锥体	10.55	24.7	+0.3	24.85	-0.05
用双齿铰刀铰孔	0.5	25.2	+0.1	25.26	-0.03
用双齿铰刀铰孔	0.15	25.35	+0.1	25.41	-0.03
用五齿铰刀铰孔	0.1	24.45	+0.1	25.51	-0.03
用三齿铰刀铰孔	0.1	25.55	+0.1	25.61	-0.03
用三齿铰刀铰孔	0.1	25.65	+0.05	25.69	-0.02
用五齿铰刀铰孔	0.05	25.7	+0.05	25.74	-0.02
第一次铰第三和第四锥体——四齿铰刀	1.75	15.9	+0.1	15.96	-0.03
第二次铰第三和第四锥体——五齿铰刀	0.65	16.55	+0.05	16.63	-0.02
铰第一和第二锥体——五齿铰刀	0.04	25.74	+0.05	25.78	-0.02
铰第一和第二锥体： 五齿铰刀	0.04	25.78	+0.05	25.82	-0.02
五齿刮削铰刀	0.02	25.8	+0.05	25.84	-0.02
铰第三和第四锥体： 十齿铰刀	0.15	16.7	+0.05	16.74	-0.02
五齿刮削铰刀	0.05	16.75	+0.05	16.79	-0.02

口径 7.62 公厘枪管铰刀导向杆的长度在 35~45 公厘之间；导向杆的直径等于枪膛的孔径并有负 0.02 公厘的偏差。大口径枪管，导向杆的长度稍微大些 (40~100 公厘)。

铰刀由 Y12A 碳钢制成，并经过淬火和低温 (170°C) 回火处理以便获得高的硬度 ( $R_c = 62 \sim 65$ )，这种硬度对于提高铰刀切削刃的寿命是必需的。

必须指出，弹膛各段 (主要是大锥体部) 表面的最后修整对某些枪管 (ПТ) 要利用特种木制心轴 (图 198) 及细砂纸来进行。

心轴的锥形部分用砂纸包好，放入弹膛，心轴和砂纸一齐旋转时，将弹膛表面打磨。

加工弹膛各段所应用的各种铰刀列于表 25 中，由此可以看到，使用得最普遍的，对于加工第一和第二锥体，是双齿、五齿和六齿铰刀，对于第三和第四锥体的加工，是六齿铰刀，而弹头进口的加工则是十二齿铰刀。

考虑到表 25 所列的数据，有可能减少刀具的数目，以限制已被广泛使用的刀具式样。也就是：

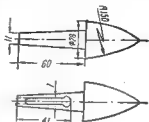


圖 198 彈膛修整用心軸

1. 双齿铰刀应用在加工第一和第二锥体的第一工步。
2. 双齿铰刀应用在第一和第二锥体的以后的加工。
3. 六齿铰刀应用在第一和第二锥体的最后修光；其中最后一把铰刀的切刃为负前角，它起刮的作用，因而使弹膛表面达到所要求的光洁度。
4. 六齿铰刀应用在第三和第四锥体的加工；其中一把铰刀

表 25

弹 膛 的 各 段	枪管的种类	弹头	总 数	铰 刀 的 齿 数								总 计
				2	3	4	5	6	8	10	12	
第一和第二锥体的加工	ДП	1	—	2	—	—	4	2	—	1	1	11
	ПТРС	—	1	2	2	—	5	—	—	—	—	10
	ПТРД	—	—	1	—	—	2	—	1	—	—	4
	ШВАК	—	—	1	—	—	—	2	—	—	1	4
第三和第四锥体的加工	ДП	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	5
	ПТРС	—	—	—	—	1	2	—	—	1	—	4
	ПТРД	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	3
第五锥体（弹头进口）的加工	ДП	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1

为负前角。

### 5. 十二齿变齿距铰刀用于弹头进口的加工。

在国外，尤其是在美国，步枪和机枪弹膛的预铰常用六把刀具，精铰用八把刀具；用铰刀和铰钻作为切削工具。

## § 57. 预铰和精铰弹膛的机床

预铰和精铰弹膛应用下列各种机床：车床、转塔车床、镗床以及特种机床和床头。

对机床的基本要求是，它允许能同时夹持所要求数目的铰刀，并能将铰刀迅速的装在工作位置上。因此，特种机床、转塔车床和带多刀旋轉头的车床是最合适的。

工厂里使用下列机床：1) 布拉特——維特涅(Пратт-Витней)式轉塔車床，2) 比里德斯(Бюльдерс)車床，3) “紅色無產者 ДИП—200 型”車床，4) 索夫賓德 Совбенд 車床和簡單的專用裝置(圖 199) 等。上述各種車床，其主要(旋轉)運動傳遞給固定在特种夾具中的槍管，夾具則與机床主軸相聯系，而進給運動(到要求的長度)傳遞給切削刀具，刀具用手送進。

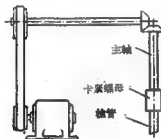


圖 199 鉸孔裝置圖

特种机床的主要(旋轉)運動傳遞給刀具，而進給(到所要求的長度)運動可以傳遞與車頭相連的刀具，也可以傳遞給槍管。机床的刀具固定在隨其旋轉的多輪旋轉頭上。像六角車床和其他机床一樣，刀具對准槍膛中心線的裝定是借迴轉的方法順序地進行。槍管固定在机床床架上。

Бюльдерс 比里德轉塔車床利用瑞福司(Рисс)傳動裝置(它允許以 60~180 轉/分的速度進行加工)得到主要運動的無級調整。在主軸和馬達轉動軸上裝有兩個圓錐盤，皮帶就架在它們的

上面。当一对圆锥盘分开或者合起来的时候，因为直径的改变，速比也就发生变化，这样主轴转速亦随着改变。

用专用夹头（图 200）和防止枪管变弯的中心架将枪管夹持在机床上。枪管装入和主轴相联结的夹头的孔中，并将主轴螺母拉到卡头的圆锥部分，将枪管固定在内轴内。

刀具（钻头、铰刀、铰刀）利用专用夹头（图 201）安装在转塔内。

所需要的铰刀进入量由量规来决定。枪管端面是调整的主要基准。按照所要求的进入量并以定位挡块的平面为基准安装铰刀（图 202）。旋转转塔时，刀架带着转塔向前进，一直到枪管的端面碰到的挡块，然后将螺栓拧得与梳状齿条的凸出部的表面接触。这样，弹膛铰刀进入弹膛部分就被梳状齿条的凸出部顶在螺栓上所限定。

为了保证弹膛被加工各段和枪管膛线部分的同心度，铰刀在转塔刀架上不是刚性固定的，以便铰刀轴心和枪管轴心有相对位移的时候，铰刀可以移动。

图 203 所示为在“红色无产者”车床上安装枪管的简图。枪管固定在三个卡盘和支架上。为了保证铰刀的基准，能伸进膛膛

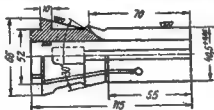


图 200 装枪管用的夹头

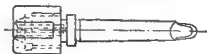


图 201 装铰刀用的夹头

內，槍管尾端這樣的裝在支架上，使它能夠依靠不大的間隙作徑向移動。

在德國用轉塔車床加工彈腔時，機床上裝有轉塔刀架或者是各種可換刀夾，槍管固定在專用夾頭上并由兩個支架加以支持。夾具裝在用十字手柄轉動的刀架上，各種刀具依次裝在夾具中。在槍管旋轉時，用手將刀架來回移動。潛在壓力下經過空心工作軸和槍管，將切下的切屑排出。

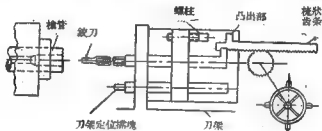


圖 202 鉸彈腔時鉸刀和槍管的安裝圖

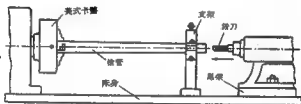


圖 203 在車床上鉸彈腔時的裝置圖

製造某些槍管時，在第二道工序應用特種的最簡單的裝置以鉸彈腔。利用夾緊螺母將槍管固定在主軸內并以66轉/分的速度使其旋轉。鉸刀進入要求的長度是受固定在鉸刀上的環與槍管端部相碰所限制。鉸刀桿上的環由量規來安裝并用螺釘加以固定。

彈腔手工光整時，鉸刀進入要求的長度亦受槍管端部和擋環相碰的限制。這樣，槍腔表面和槍管尾端面就成了進行彈腔加工



的全部工序的基准。使用这样的基准，就可以得彈體各段必需的配合一致并且保持它所要求的尺寸精度。

在机床上这样确定基准的可能性用下列方法来达到：一方面是用铰刀或者槍管非刚性固定的方法，以便槍管或者铰刀当它們的軸心不重合时，可以稍微的移动一些；这还可以保証基准样进入槍膛，并避免铰刀弯曲。另一方面，可以由铰刀环直接頂在槍管端面或頂着裝在槍管端面中間擋塊来保証基准的可能性。这是正确的完成鉋彈膛工序的最重要条件。

在必要的情况下，在特种机床上利用勾形切刀在彈體表面上形成列維里槽(канавка револьви)。槍管固定在夾具中，夾具与一种机构相联，使得切刀沿槍膛每走刀一次后槍管轉动一次，切刀按照具有形成列維里槽的各段彈體的形狀的模板作前进运动，并依次地將槽鉋成同一深度，每一个槽鉋几刀，所有的槽經過每一次走刀之后，模板的高位置隨便自动的改变，因而車刀就更穩地切入槽中。

## § 58. 潤滑冷却液

目前加工彈體时使用下列潤滑冷却液：1. 亞麻子油 (75%) 和鈔鯊油 (25%) 的混合液；2. 重油——肥皂——石臘乳剂；3. 純亞麻子油。

亞麻子油是保証所要求之表面光潔度所公認最好的液体。由于目前这种油还缺乏，因此在預加工各工序中用各种乳剂加以代替。

## § 59. 彈體制造正确性的檢驗

所有槍管的彈膛都用量規檢驗其尺寸并檢驗表面的加工光潔度。檢查尺寸使用下列量規：

1. 界限量規，2. 对錐性量規，3. 圓度量規。

实际上使用的几种界限量規是：刻線量規 (圖 204a)、凸緣端面有凸起的量規 (圖 204b) 和帶有台阶的圓錐量規。在所有情





况下，被檢驗尺寸的正确性要由槍管端面对量規的檢驗部分的位置来判断。例如，在用刻綫量規时，槍管尾端面應該在刻綫之間；而在使用第二种量規时，槍管端面就要和通过量規凸起端面接触并和不通过量規凸起端面形成一問隙；最后当使用第三种量規时，應該使槍管端面在台阶地帶之內。

第二种量規應該說是最合适的量規。

彈腔各段同心度的量規 (圖 205)，是通过量規，插入彈腔后它的邊緣應抵在槍管的端面上，不透光也不摆动。

偏削度的量規是不通过量規，这种量規要在几个方向檢驗彈腔。

表面加工的光潔度可以用肉眼來檢驗，也可以利用鏡子，也就是利用插入彈腔并帶有被磨光拋光雪面的金屬棒來檢驗。“鏡子”應用在第一和第二、第三和第四錐体和彈頭進口表面光潔度的檢驗。鏡子也可以應用在其他的組合中。

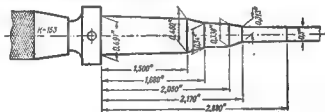


圖 205 檢驗 ATF 彈腔各段同心度的量規

在很多情況下，彈腔表面最終加工的质量要用和标准件比較的方法加以評定，所謂标准件就是帶有为彈腔所容許的各种缺点的样品。

### 在克留格 Kpiorep 專用机床上較彈腔

从 1941 年开始，克留格十軸半自动机較彈腔是兵工工業所使用的高生产率方法之一。

使用克留格机床較彈腔时，彈腔的加工方案目前包括下列二

## 个工序:

1. 在克留格机床上铰弹腔。

2. 弹腔的手工光整。

克留格机床铰弹腔使用下列刀具:

1. 第一锥体的双齿铰钻。

2. 第一锥体的双齿阶梯铰钻。

3. 第一和第二锥体的四齿铰刀。

4. 三把铰第一和第二锥体的六齿铰刀。

5. 三把铰第三和第四锥体的六齿铰刀。

弹腔手铰使用四把刀具, 其中两把按需要程度而定。

1. 第五锥体的十二齿铰刀。

2. 第三和第四锥体的六齿负前角铰刀。

3. 第三和第四锥体的六齿正前角铰刀 (根据需要)。

4. 第一和第二锥体的六齿正前角铰刀。

最终加工是用包在专

用棒上的砂纸清理第一和第二锥体。

生产过程这样的安排是比以前完善了一些, 同时生产率也大大的提高了。

在克留格机床上铰弹腔所用刀具特点如下:

1. 刀具由 P $\Phi$ -1 钢制成。

2. 铰刀和铰钻中都有内槽, 以便对切削刃供给润滑冷却液。润滑冷却液通过铰刀尾部钻出的两个斜孔压入内部槽槽, 再

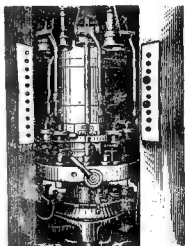


图 206 克留格厂十轴半自动铰弹腔机的  
主轴转筒视图

经过鑽在导向棒上的两个斜孔挤到切削刃上。

3. 第一第二和第三第四锥体的六齿铰刀做成不等齿距，而它们互相之间仅有一个基本直径尺寸的不同。这就有可能按照铰刀的磨损程度，将最后工步的铰刀用在前面的工步中，这样就大大的提高了它的寿命。

在工艺过程中，铰孔的工序要一个紧跟一个。这时在克留格机床上的加工要在枪管尾端面各部位最后加工及热处理之后进行（如果采用热处理的话）。

克留格机床（圖 206）有 10 个工位——一个装料工位和九个工作工位。枪管固定成垂直位置。顺序排列的各枪管在加工过程中取下和装上。枪管装在定位销，用夹头夹紧枪口部分，并以适合于各个工位的速度旋转着。枪管安装得正确与否要用每一个轴上的千分表加以检验。刀具不旋转而只作前退移动。

机床为液力传动，由电器来操纵。机床前面的电钮操纵可以做半自动工作循环或者是一步接着一部（step by step）的循环。

在把枪管安装在装料位置之后，主轴转筒旋转  $\frac{1}{10}$ ，并固定着，此后再旋转运动传给主轴，然后刀具的工作台快速向上移动，将刀具引近枪管。刀具的进给由固定在週期地旋转的环上的单独的凸轮来实现。工作进给结束时，工作台下降到原来的位置，而主轴转筒重新旋转  $\frac{1}{10}$  转——循环重复的进行。

每一把刀具都备有特种保险装置：过载负荷时，工作台自动的退到下方，操纵板上的红灯就点着，指出那一个工位发生了过载荷。

机床的特点是：

1. 除了主轴外所有的旋转运动都用液力。
2. 工作台带着刀具快速进给和退出。
3. 运动由标准式样的液压缸来实现（除去工作台的快速进进）。

4. 主軸垂直的配置可避免槍管彎曲和使切屑分離方便。

機床之主要部分是：基座，中心柱，帶刀具的工作台，分度裝置，側架和主軸頭。三個互相等距離的鑄鐵柱將基座和主軸頭連在一起。

中心柱固定在機座和機頭上，作為帶有刀具的工作台和主軸頭旋轉機構的支承。

主軸（圖 207）的傳動是由一個馬達經過三角皮帶傳動裝置來實現。需要的轉數可借適當的選擇齒輪 *A* 和 *B* 的速比來確定。主軸圓筒旋轉後，利用離合器 *B* 使主軸旋轉。位於裝料工位（圖的左面）的主軸沒有傳動裝置。

刀具軸固定在工作台 *A* 上。用油壓將工作台上昇或下降。

工作台 *A* 上有個導環 *K*，齒輪 *3* 沿該導環自由的轉動。齒輪上固定有九個凸輪，其外形根據九個工位中每一個工位上刀具所要求的進給量而定。和刀具軸相連的滑輪 *H* 沿上述的凸輪滑動。在齒輪 *3* 作週期（在兩個方向）迴轉時，刀具軸隨着被進給。這種週期迴轉運動，由兩個把往復前進運動傳給齒條 *K* 的液壓缸來實現，齒條 *K* 經過小齒輪和齒輪把運動傳給和齒輪 *3* 相嚙合的齒輪。

主軸轉筒 *M* 借助於將往復前進運動傳給齒條 *H* 的液壓缸 *I* 旋轉  $1/10$ 。齒條使小齒輪和齒輪 *O* 旋轉，齒輪 *O* 和內齒輪 *N* 嚙合，后者被固定在主軸轉筒上。

在工作行程當中，活瓣式離合器 *P* 和小齒輪相嚙合，而在活瓣回程當中，它被液壓缸 *II* 從嚙合中分開。因此，當缸 *I* 為回程時，運動將不傳給主軸轉筒的旋轉機構。

定位銷 *U* 用以保證槍管和刀具準確的相對位置，主軸轉筒旋轉  $1/10$  之後，它跳入主軸轉筒的穴內。定位銷用液壓缸 *III* 來傳動，此缸同時接通離合器 *B*，以便將旋轉運動傳給主軸。因而只有在轉筒被固定之後，才可以開動主軸。

在“克留格”機床上解決了刀具快速更換的問題。為此目的，當刀具安裝在機床上之前，應用安裝樣板將刀具準確的安裝至一定

高度。

冷却刀具用的液体用專門的泵打上，并携带切屑向下流到圆形油盤中，然后落到沉淀器中。

机床的生产率——大約一小时 50 根細管。

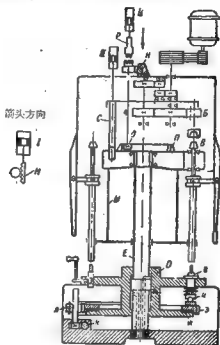


圖 207 克爾格公司机床簡圖

## 第九章 槍管校正

### § 60. 槍管校正的功用

槍管校正和槍管毛坯校正一樣，對於槍管的機械加工具有非



常重大的意义。正确的校正决定了一系列枪膛外圆车削工序的成果。应该指明，深鑽后在机械加工过程中，根据口径和个别工序的特点进行5~8次枪管校正。通常，枪管要在預車外表面之前，在淬火和回火之后，在用拉刀拉枪膛或鉸枪膛之前，在挤压膛线之后，在每道車外圆工序之后和鍍鉻之前均須进行校正。

如前所述，枪管在深鑽后不可避免地要变弯，已变弯的枪管的外圆車削会使枪膛和外表面产生偏心率，和很大的壁厚差，这是不能容许的。所以为了得到对枪膛的同心表面，在外圆粗車之前，应该校正枪管。

另一方面在車外圆之后，虽然使用了中心架，但是由于車刀的压力和金属平衡状态被破坏，枪管也要重新变弯。当热处理时，枪管变弯也是可能的。所有这一切都决定了在用拉刀拉枪膛和鉸枪膛之前，必須要校正枪管。用鉸刀和拉刀加工变弯的枪管时，可能使表面产生划痕或使刀具折断。

如上所述，挤压膛线会给特别薄枪管带来弯曲；因为以后的車外圆工序是最后工序，所以在这时校正枪管就成为必须的了。

鍍鉻前的校正是这一过程的特点：在变弯了的枪管中鉛棒（陽極）对枪膛全长表面上所有的点將不能严格地处于中心位置上，因此鍍层就会不均匀。

枪管校正与枪管毛坯的校正相似，使用同样的设备和工具。但是必須指出，枪管校正工人应是非常熟练的，因为工序的成败决定于他的經驗和技巧，該工序的最大困难和复杂处是确定弯曲起点。我們认为，枪管校正工人的訓練時間，要以六个月来计算。

在生产中用两种方法来决定枪管的弯曲，即陰影法和光学法。陰影法用的比較普遍。

### § 61. 檢查槍膛直線性的陰影法

陰影法的實質就是將槍膛對准在光源和槍管端圈之間的透光板，在槍膛表面上出現有陰影，由它的外形，就可以決定槍管

的弯曲的存在及弯曲的地点。

檢查之前要把槍膛壁擦淨，將槍管放在一個支架上，并以一端對准放在光源前面的遮光板上。蘇聯各廠為了這個目的一般採用窗框（圖 208）。在將槍管端面置于在距眼睛 5~7 公分之處，並將視線集中在槍膛表面的圓半部後，小心地把槍管朝著遮光板的一端升起，一直到遮光板或窗框在槍膛下部表面沒有投影為止。應該這樣移動槍管，使得只看到遮光板的一個不大邊緣，但如由槍管尾端來看，可以完全看到槍口圈，而且陰影輪廓的頂部與槍口部分的端面相接觸，因為根據遠視法則，圓柱在肉眼看來總是圓錐，所以在直的槍膛表面上陰影輪廓就成為一個圓邊向觀察者眼睛的三角形（圖 209）。三角形的底邊是在位於它附近的光環上。

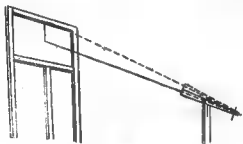


圖 208 按陰影法檢驗槍膛

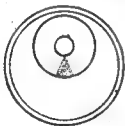


圖 209 標準的陰影輪廓

陰影三角形的高由下列經驗公式

確定：

$$h = \frac{a + l}{2}$$

式中  $h$ ——為三角形的高；

$a$ ——是眼離槍管端面的距離；

$l$ ——是槍膛長度。

因為眼離槍管端面的距離不大，所以陰影三角形的高，差不多等于槍

膛長度之半。因此，為了確定槍管全長的曲率，應該從槍尾部分和槍口部分檢驗槍膛。同時為檢驗直線性，必需用四個陰影來比較。為此，在得第一個影子之後，將槍管繞軸心旋轉  $180^\circ$ ，然後旋轉  $90^\circ$ ，再重新轉  $180^\circ$ 。

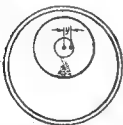
如果槍管是彎的，那麼在槍膛表面上的影子將不成一個等腰三角形，而將按照彎曲性質成為其他的輪廓。槍管彎曲可以是簡單的（傾斜的）也可以是複雜的。當簡單的、傾斜的彎曲，其彎曲度位於離朝著遮光板的槍管端面  $1/4$  處時，陰影的外形圖 210~213 所示。在圖 210 上，陰影的三角形拉長了，並且他的斜邊亦凹进去了；這表示彎曲度向下。當彎曲度的位置向上時，陰影的三角形縮短了，它的兩邊變成了凸形（圖 211）。如果彎曲度向右或向左，那麼此三角形的左邊或右邊就凹進來，而其對邊則凸出來（圖 212 和 213）。



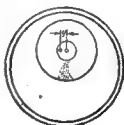
圖 210 彎曲度向下



圖 211 彎曲度向上



● 圖 212 彎曲度向右



■ 圖 213 彎曲度向左

如果槍管在距端面  $1/4$  處帶有急劇的較嚴重的彎曲時，那麼影子的輪廓便是兩個邊曲折很大的三角形。在圖 211 所示的影子情況下，彎曲度是向上，這時如果將槍口部分升起，而又不使前面影子的頂部和槍口端面接觸，那末在三角形兩邊的凹下處，將很清楚的看到光亮的斑點。如果彎曲度向下，那麼影子的輪廓就會改變，濃黑的影子就移到環的中部（大約），然後幾乎被直綫所截斷，繼而又變成三角形，但是帶有較小的底邊（因此形成凸肩）和圓頂（圖 214）。



圖 214 彎曲度向下



圖 215 彎曲度向右



圖 216 彎曲度向左



圖 217 彎曲度在中間

當彎曲度被轉向左（左字似應為右字——編者）方時，三角形的前面部分（大約在影子全高的  $1/3$  左右處）有一點向右移動，而三角形的後面部分有凹下去的右邊。在旋轉槍管使彎曲度圖右時所得到的影子，如圖 215 所示。如果槍管繞軸心旋轉，影子就改變成如圖 216 所示的形狀。

當彎曲度靠近槍管中心位置時，組成總陰影的兩個陰影形狀

的对比成反方向的改变，即后部阴影形状的高减小，前部阴影形状的高增大。当枪管的弯曲度在中心位置时，后部阴影形状的高大约要比前部阴影形状的高小 $\frac{2}{3}$ 。假如这时弯曲度向下，则在两个阴影三角形之间将有光线的间断（图 217）；前面的三角形成规则圆形的长三角形，后面的三角形为凸边三角形。在将枪管旋转 $180^\circ$ 时，弯曲度变为相反的位置，影子亦改变如图 218 所示的样子。

当枪管在两个不同平面的地方，例如互成 $90^\circ$ ，有弯曲时，第一个弯曲度和枪管中心相重合，并且其方向向下，而第二个弯曲度在距朝着遮光板的枪口 $\frac{1}{4}$ 枪管长度处，并且其方向向右时，那么枪膛中的影子为带凸边和钝顶的三个圆形（图 219）。



图 218 弯曲度在中间



图 219 弯曲度在两个地方

这样反映在弯曲枪膛表面上的影子的特征，系根据枪管弯曲性质来改变，这就使经验丰富的检查员（校正工）有可能精确地确定弯曲度的位置和它的大小，然后再进行校正。枪膛用肉眼来检查，弯曲处用粉笔记出。

某些外国工厂，使用稍微不同的阴影检验法，即所谓光环法。利用这种方法时，将枪管在两个空心的锥形顶尖中，穿过每个顶尖顶部的孔，由枪管的一端将光线通入枪膛，检查员可由另一端检查枪膛，光束在通入枪膛之端穿过放在锥形顶尖内的黑玻璃板。该板上有一个平均直径为 4.45 公厘的透明环。光线穿过这个环射入枪膛并由枪膛壁反射出距检查员眼睛不同距离的一系列光环，如果枪膛轴心非常直，那么光环就显出是同心的，否则，光环就在枪膛弯曲处偏心地移动。

## § 62. 利用“点”仪器测定枪管的弯曲

“点”仪器（圖 220）是一个自动对中心的空心量规，它紧密地無晃动地与枪膛壁连接着，这样仪器轴心与枪膛轴心就合而为一了。仪器中心管的兩端，有二个直径不同的膜片，小的 0.5 公厘，大的 2.2 公厘。大膜片的前边，裝有上面画了点的赛璐珞遮光板。

为了检查枪管的直线性，仪器由枪口部分裝入，并将枪管放在两个支承上使它对准距枪管 3~5 米远的乳白色电灯。

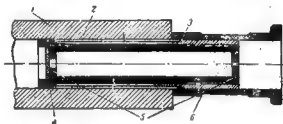


圖 220 “点”仪器圖

1—槍管;2—校准管;3—中心管;4—遮光板;5—膜片;6—彈簧。

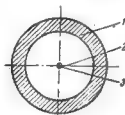


圖 221 直綫槍管

1—無光澤的環;  
2—光圈;3—點。

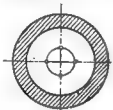
在利用仪器检查枪膛时，如果枪管是直的，那赛璐珞圆板上的点将位于可见的与枪口相符的光圈中心上，而当枪管绕其轴心旋转时仍能保持它的中心位置（圖 221）。检查时，旋轉槍管而不旋轉仪器。

如果枪管不直，那么赛璐珞圆板上的点就表现对光圈中心有移动，而当旋轉槍管时，仍保持它的相对位置；光圈中心对点的移动方向，表示

槍管的尾部对口部的弯曲方向。

但是應該考慮到，儀器上賽璐珞圓板上的點亦可以和儀器的校準部分相對的移動。如果賽璐珞圓板上的點對儀器校準部分移動不多，那么在直槍管中，當它旋轉時，點就描出一個同心圓，該圓的中心與光圈（圖 222）中心相重合。當賽璐珞圓板上的點移動很顯著時，必須把它更換，將新圓板放上，這個板上的點應準確地位於中心。

使用儀器時，儀器上賽璐珞圓板的點在槍管彎曲的情況下有一點移動，點所描出來的圓的中心對於光圈中心亦將移動；光圈中心的移動方向就表示出槍管彎曲的方向（圖 223）。



■ 222 點的移動不大；槍管是直的



■ 223 槍管是彎的

該儀器只能確定槍口部分和槍尾部分的相對位置，並不指出彎曲地點。儀器要求小心地觀察和精確地用直槍管來校正。在檢查長槍管的槍膛直線性時，應該考慮到它在兩個支座間下重的可能性，所以在这个地方任何的輕微壓力加在槍管上是不能容許的。

## 第十章 槍管的外部加工

### § 63. 槍管的外圓重磨

槍管的外部車削一般包括兩個工序——表面的粗車和精車。

粗車經常是在槍口深鑽和鑲鉗之後進行，但在個別情況下，例如，製造勃郎林 Брен 和 ШИВАК 槍管等時，槍管的车外圓是在深鑽之前進行。當粗車在深鑽之前進行時，那么外部加工總

余量的值就要加大。

槍管外表面的最后車削在形成膛綫之前进行。这在用挤压法形成膛綫时特别重要，因为这时推进冲头时的軸向力減少了。

槍管在車床的两个頂尖上或在頂尖和卡盤上車削，这时，既可以将工序划分为先从槍管尾部車削，然后再从槍口部分車削，也可以同时加工全部表面。

車削外表面时，多半同时形成用以装配槍管某些零件和槍管圖上所規定的部分（錐形斜面等等）。为了使这些部分具有所要求的形狀，这时要进行靠模車削。这一工序常常是利用多刀具刀架来完成，这就在很大程度上縮短了机动時間，并且促进了生产率的提高。

但是，随着同时工作的車刀数目的增加，槍管所受压力也要增加。这种压力可能增加到如此的程度，以致于必須要減小进給量，因而也就是使加工变慢。■以使用多刀法的可能性是随着槍管壁厚度的增加（例如：大口徑的机械槍管的加工）而增大。

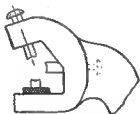


圖 224 跟刀中心架

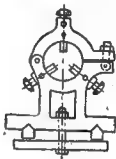


圖 225 固定中心架

車槍管时，■常使用中心架（圖 224 和 225），这些中心架在一点或几点上支持槍管，以免■管由于車刀压力■弯曲。为了在中心架上夾持槍管，在同一車床上要預先車出环形短軸■，同时■注意軸頸对槍膛严格的同心性。这就迫使我們使用專用夾具（圖



226) 車軸頸。根據量規把槍管裝在夾具上，并用螺釘調整它的位置。把槍管和夾具一起裝在機床上，然後車軸頸。

車削槍管，照例是用較大的切削速度和不大的進給量，例如，有一個工廠，在粗車口徑 20 公厘的槍管時，切削速度定為 62 公尺/分，進給量為 0.48 公厘/轉，而粗車口徑 12.7 公厘的槍管時，切削速度則定為 35 公尺/分，進給量 0.3 公厘/轉。當精加工第一種槍管時，切削速度採用 37.5 公尺/分和進給量 0.26 公厘/轉。操作時，採用鉚有硬質合金刀片的外圓車刀。冷卻液用乳劑。走刀次數決定於切層深度、余量大小和裝在刀架上的車刀數目。

現代加工槍管用的車床應該備有自緊卡盤、滾輪中心架、自動刨刀的運動和夾具以及自動開動和停止冷卻的裝置。冷卻應該

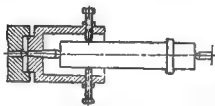


圖 226 車軸頸用的夾具

是充分的，以便使槍管的全長都受沖擊而不致過熱。

現在我們研究幾個槍管外圓加工的例子。在德國實際生產中，毛瑟槍管在車外圓時，最少要在兩個地方使用中心架固定。因此要在槍管上車出兩個軸頸（軸頸寬約 30 公厘）。此工序在雙刀架機床上完成（與圖 227 所示的相似）。因為槍管和它的長度來比顯得很細，所以為了確定中心架位置而把套筒裝在槍管上并使與預先鑽的孔同心；車完軸頸之後，再把套筒取下。

車削槍管全部外表面要在按靠模原理工作的有三個刀架的車床（圖 228）上進行。槍管裝在卡盤內或機床頂尖上，并由兩個中心架來支持。三把車刀中的每一把都裝在各有滾輪的特別刀架座 I（圖 229）上，滾輪由強力彈簧壓在機床後部的數值尺 2 上。

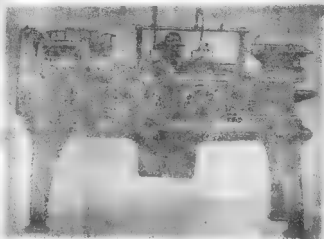


圖 227 車軸頸用的双刀架机床



圖 228 車削槍管的三刀架机床

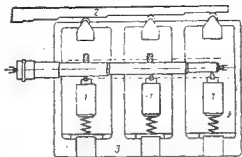


圖 229 靠模前圖

刀架座 1 固定在总刀架 3 上。当刀架 3 作纵向运动时，車刀作横向运动，这运动与靠模尺 2 的凸圆部分相适应，这样就将靠模尺的形状传给了被車削的枪管。

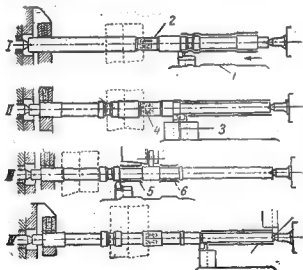


圖 230 勃郎林机槍管的車削

勃郎林机槍槍管的外部加工先从加工端面、打中心孔以及为了車外圓时在中心架上支持槍管而在錐体部和中部車出短軸頸开始。槍管外圓車削順序，如图 230 所示。槍管尾部按照靠模尺 1，用硬质合金片的車刀，以进給量 0.11 公厘/轉和每分鐘 750 轉來車削。槍管固定在 BSA 快速車床的卡盤上，并用滾輪中心架支持在軸頸 2 处。槍口部分利用兩把車刀 3 車圓柱体，車到直徑为 24.76 和 25.9 公厘，要以进給量 0.075 公厘/轉和轉速 每分鐘 750 轉，用中心架 4 支承进行車削。軸頸 5 和 6 以 0.11 公厘/轉的进給量和 每分鐘 750 轉的轉速进行車削，同时利用兩個中心架支持着槍管。用前刀架上的一把刀車槍口部分二次車削到直徑为  $21.2^{+0.25}$  公厘，同时用后刀架的一把刀在槍口端面倒棱。



图 231 在 Fay 型多刀半自动机床上由槍口方面車削槍管毛坯时的安装情况

外表面的精車是以同样的順序，用同样的車床和半精車刀进行。

在美国斯普林费尔登 (Спрингфилд) 兵工厂大口径机关槍和 Garand 式 M-1 步槍的槍管，大致是以同样的加工順序車制。初步工序是磨中心架的軸頸，然后在 Fay 型多刀半自动机床上由槍尾方面車槍管。

此机床有兩個刀架，前刀架上裝有七把縱向車刀，后刀架上裝有兩把端面車刀。为了由槍口部分加工槍管，在前刀架上裝有五把与頂尖中心线成某种角度作縱向进給的車刀 (图 231)，后刀架上裝有一把用以在槍口端

面倒棱的車刀。

槍管加工所用的机床也可以是普通車床，它利用沿着裝在中心架上的槍管 2 旋轉的圓盤刀 1 (图 232) 来加工。虽然这些机床的生产率不很高，但是依靠使用成形車刀，不必用靠模裝置就能

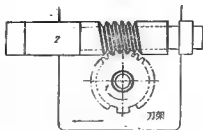


圖 232 用圓盤刀加工圖

加工具有任意形狀的槍管，并适用于加工空气冷却的机枪管的散热片。

#### § 64. 切制槍管螺紋的特性

在槍管上切螺紋是为了連結槍管和机匣，以及为了結合榫管和导气箍，槍口駐退器等。在第一种情况下，或者采用三角螺紋（在不需很快更換槍管时），或者采用方牙螺紋（在需要很快更換槍管时）。为了更好地滿足这个要求，一般是將方牙螺紋再銼去三个扇形部分，因此，在槍管的表面上得出断隔螺紋。

当槍管与机匣用螺紋連結时，其在机匣中的位置由待配成套的零件的螺紋起点或終点来决定。設在槍管上切螺紋时，所得到的起点在点  $a$  处（圖 233），而在机匣里切螺紋时所得出螺紋槽的末端在点  $b$  处。

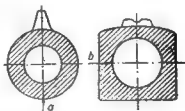


圖 233 槍管及机匣螺紋的起点

当用螺紋連結槍管和机匣时，槍管进入就为点  $a$  和点  $b$  的重合所限制；当繼續擰入时，榫管螺紋的第一圈將切入机匣的金属中，即使可以容許也只是在不大的限度內。这样，槍管將不

能擰到位，因此若干個別的部件，例如，槍管上的准星及機匣上的表尺將不能互相對准。

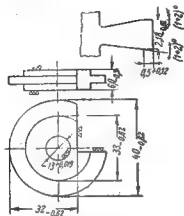


圖 234 圓盤式車刀

的情況下，根據螺紋起點切螺紋。

2. 在配合成套零件的一個零件上根據起點切螺紋及在另一個零件上從任意點上切螺紋，但以後要在蘇俄特配零件的儀器中，固定並劃出螺紋的起點。

3. 任意點切螺紋，隨後在由起點加工定准部位時，要將螺紋配合程度用量規挑選特配成套的零件，或者在加工指定的部位之後和利用它們作為切螺紋的基準再來切螺紋。

4. 在裝配過程中選擇特配成套的零件。

所有這些方法在不同的程度上被採用于槍管加工上。

第二個方法是在形成必須對准的部位之前，不考慮起點，切削槍管螺紋，而機匣上的螺紋則按起點切削。

以  $\Pi\P$  槍管為例。在普通車床上用  $P\Phi 1$  鋼作成的圓盤式車刀（圖 234）在槍管尾部切出連接機匣的螺紋。

槍管在机床上的安裝如圖 235 所示。槍管的槍口端裝在卡盤

這一情況，使得對零件的製造和裝配的工藝過程的制定和對於個別工序的擬定均應特別注意。很明顯，在這種情況下的基本要求是保持螺紋起點的一致性以及由螺紋起點加工配合部件。

根據配合成套零件的外面部分的性質，這個問題有各種不同的解法。例如可用下列各方法達到螺紋起點的一致性。

1. 在適當調整机床

止(圖 236)，而尾部裝在頂尖上。圓盤車刀固定在机床刀架的夾具上(圖 237)，並將車刀對着槍管安裝，如圖 238 所示。用硫化油作為潤滑冷卻劑，借以獲得相當光潔的表面。切屑的厚度

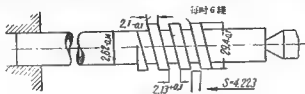


圖 235 切螺紋槍管的安裝

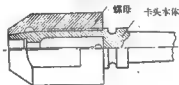


圖 236 車床卡盤

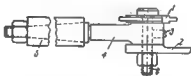


圖 237 帶有刀夾的圓盤式車刀

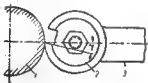


圖 238 圓盤式車刀的安裝  
1—槍管；2—刀具；3—刀架。

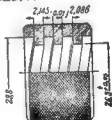


圖 239 螺紋量規

为 0.16 公厘，走刀次数至 14 次，其中最后的一两次是精加工，目的在于使螺旋线的厚度均匀，特别是在起点及终点。螺旋线起点厚度的不均匀是由于工件对刀具在开始切削时的反作用力引起的，这个反作用力可使刀具折转；在退刀时也产生类似的现象。进给量与螺距相当，切削速度为 5.63 公尺/分。

用量规检验螺紋包括用界限量规检验螺紋槽的宽度、内径，和用通过量规检验螺紋的螺距及螺絲的旋入情况（圖 239）。

在用量规检查螺紋之后，利用專門的仪器确定其起点（圖 240）。仪器的内部尺寸相当于机匣的尺寸。将槍管插入仪器中直到接触到擋塊的端面时为止，之后通过仪器的孔口作記号：在槍管的外表面及在其端面上划綫。这些刻綫作为在繼續加工槍管尾端各部分及导气槽螺紋时的依据。

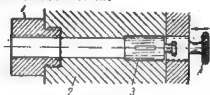


圖 240 确定螺紋的起点

1—螺紋套管；2—本件；3—擋塊；4—鉗輪。

在这种仪器中，槍管所佔的位置就是將來它裝配在机匣中时应佔的位置。

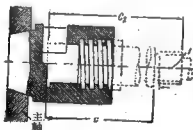


圖 241 用于切导气槽螺紋的裝置

机匣連接槍管的螺紋須根据起点来車制并考虑到螺紋槽的末端要与上述仪器的螺紋槽末端相对应。这个要求靠适当地調整机床来解决。

在槍管上切削导气槽的螺紋 槍管上的导气槽对于机匣應該永远佔有严



格的一定位置。所以在切削导气箍的螺纹时，利用断隔螺纹的起点作为基准。为了达到这一点，需将枪管安装在与上述相类似的夹具中，它的内部尺寸是相同的。划缝时刻在枪管上的刻缝指出导气箍的螺圈在圆柱表面上点1处开始（图241）。

使切削刀具接近圆柱上的刻缝，对于基点来说即可得到足够精确的螺纹起点。但是，在每次更换枪管时这样安装刀具太麻烦，所以不希望这样作。因此，允许螺纹起点有一定的偏差，当以容许的公差将螺纹拧入时可以消除导气箍拧不到位的偏差。

一般利用具有精确尺寸  $C_2$  的枪管量规来定期地调整机床。按照这个枪管量规安装机床主轴上的夹具和刀具。当这样调整机床时，枪管螺纹的起点误差由尺寸  $C_2$  的公差决定，这个公差越大，误差也越大。

若尺寸  $C_2$  的公差大时，工厂为了消除螺纹起点的大的误差，可将枪管选分成两批或若干批。如果加工一批具有最大尺寸  $C_2$  的枪管转向加工一批具有最小尺寸的枪管时，刀架的上滑板应向工件移动一个距离，其值等于两批枪管的上限尺寸之差。

螺纹起点的角度误差的值决定于尺寸  $C_2$  的公差，可以用下列方法确定。假定机床是根据尺寸  $C_{2max}$  调整的，而对于切削螺纹所装的枪管是具有尺寸  $C_{2min}$ 。这样，螺纹起点的误差就用界限尺寸的差数来求出。

$$\Delta C_2 = C_{2max} - C_{2min}$$



图 242 切螺纹用的梳刀



图 243 梳刀切下的切屑

迴轉角  $\varphi = 360^\circ$  与等于螺紋螺距的直綫位移相符合：据此，螺紋起点角度的誤差值为

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta C_z 360^\circ}{l}$$

因为导气箍在槍管上的安装应保証联结的强度，所以在选择槍管量規尺寸时須考虑到螺紋配合不应完全到位，以便在槍管和导气箍淨合时能够擰紧。

槍管上用以联结导气箍的螺紋用梳刀切出（圖 242）。为了使載荷能均匀的分配到梳刀刀齿上，將梳刀刀齿切成斜角，但最后两个齿除外。圖 243 所示为被梳刀切下的切屑断面。螺紋在一次走刀中切出。工序在普通車床上完成。

现在来研究在槍管上形成用以和机匣联接的圓隔螺紋的工序特性。

在立式銑床上用与槍管光滑部分的外徑相应的成形銑刀（圖 244），在槍管上剷除螺紋，以形成圓隔螺紋，圓时，被銑出的各

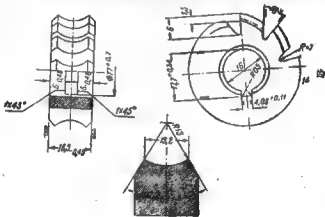


圖 244 銑 刀

扇形部分相互之間及对于螺紋起点应佔有严格确定的位置。这样

能保証搶管正常地進入機匣。因此確定這一工序的主要基準是螺紋起點，應根據這點製造夾具並在其上安裝搶管。

在生產中此工序可採用不複雜的好像簡單分度頭式的夾具。借分度機構的幫助，將搶管安裝在三個與切削刀具相對的位置上，這就使得銑出的各部分相互間達到很精確的定準。根據劃線時由螺紋起點所劃的刻線將搶管尾部安裝在夾具上。類似的裝置可以在嚴格確定了的斷隔螺紋的基準（螺紋起點）的位置上將螺絲銑去。

在以後的切斷隔螺紋端部的工序中應遵守所述的要求。為了便於很快的連接搶管和機匣，斷隔螺紋的端部要切成某種角度（ $25^\circ$ ）。切斷隔螺紋的端部可用端銑刀及圖 245 所示的裝置，在銑床上進行。

搶管安裝在特殊的能夠在工作時將搶管轉動的夾具中。圖 246 所示為夾具的斷面。搶管被位於兩個套筒之中的彈簧卡頭 1 夾緊在夾具中。搶管始終緊固在很精確的位置上，這個位置被進入搶管上的槽中的銷 2 所固定。外套筒 5 具有和搶管螺旋線相同的螺距，它擰入螺母 3 中。內套筒 4 能夠在套筒 5 里面作軸向移動。在螺旋彈簧的作用下，套筒 4 企圖向右移動，因此，擰在套筒端蓋上的端面凸輪 6 壓緊在滾子 7 上。

當用手柄 8 轉動套筒 4 時，搶管得到了與其螺旋相應的螺旋運動。在搶管旋轉時，銑刀位於搶管的螺紋的槽中，直到凸輪的一個凸起部分碰到滾子 7 時為止。當凸輪碰到滾子時，套筒 4 和搶管一起向左移動，銑刀即在螺紋側面上開始切削金屬。凸輪的凸起部分的輪廓決定銑削的深度及長度。按



圖 245 在銑床上切螺紋端頭的裝置

上述固定槍管，凸輪6的凸起部分始終正確地指出對斷隔螺紋來端的方向。

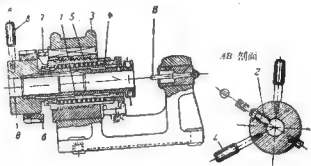


圖 246 圓筒形螺紋端部用的夾具

#### § 85. 切齊槍管尾端端面及其各部位的加工

在深鑽后，多半切兩次槍管尾端端面，一般是在粗絞及半精絞彈腔之前。在個別情況下，第二次切端面要與切制槍管尾端上連接機匣的螺紋一齊作，這是為了使螺紋起點獲得準確的尺寸。

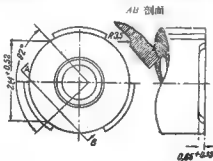


圖 247 銑退壳鈎缺口輪廓：工步 I

在普通車床上用端面車刀車端面時，須特別注意端面對槍膛軸綫的垂直度。

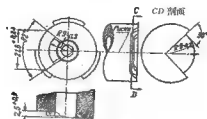


圖 249 銑退壳鉤缺口輪廓：工步Ⅱ

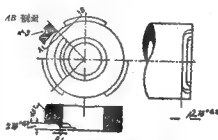


圖 249 銑退壳鉤缺口輪廓：工步Ⅲ

个别的槍管結構，例如  $\Pi$  式（圖 247, 248, 249），其退壳鉤及推彈部的缺口是在立式銑床上用端銑刀或立式銑刀銑出。

銑削总是在加工槍管与机匣的联接部位之后进行，以便用它們作基准来保証这些部位对槍門的正确位置。

在槍管用螺紋与机匣連接的情況下（如  $\Pi$ ），螺紋的起点就是基准，并根据这一点用夾具安裝槍管。

$\Pi$  槍管端面的缺口，馬高尔遜工厂的立式銑床在四个工步中銑出。圖 250 所示为该銑床之傳动系統圖。

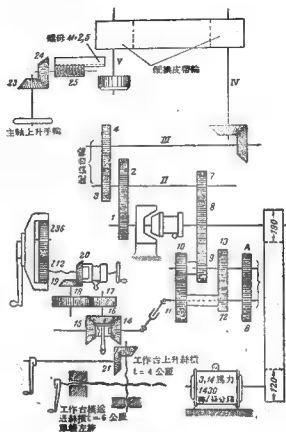


圖 250 高尔基工厂的立式铣床傳动系統圖

## § 66. 槍口端面的加工

槍口端面的加工由兩個或三個工序構成，這些工序是在普通車床上完成的。最後一個工序是使槍口端面得到最後的形狀。為

了这个目的，一般使用定形铣刀。

当加工枪口端面时，应把注意力集中在枪口端面对枪膛轴线的垂直度。要达到这一点需要正确地切去枪口部分，或是正确地切枪口端面并均匀地加工枪口端面的内斜面（单面的切去金属要影响到子弹由枪膛飞出时的方向的正确性）。

借枪管及刀具轴线严格重合的方法可以达到均匀地切削枪口端面及其内斜面，为此，常用导向套筒，将刀具及枪口末端引入导向套筒中。



圖 251 槍口端面

加工后枪口端面使其具有圖 251 所示的形状，系在普通車床上用定形铣刀（圖 252）进行。

在加工内部时，將铣刀的圆锥部分裝入夾具中并用螺栓夾紧；夾具固定在主軸內。將槍管尾部安裝在床尾的頂針上，而將槍口一端引進导向套筒的孔內，并朝向铣刀的切削部分。铣刀由

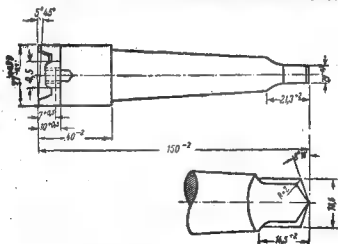


圖 252 加工槍口端面用的定形铣刀

机床主轴得到迴轉运动，并用手使槍管作給进运动。槍口端面形狀用專門的量規檢驗。

PM 槍口端面的加工包括用切刀切槍口部份（圖 253, a），用偏刀車槍口端面（圖 253, б）以及用專門定形車刀加工槍口端面（圖 253, в）；所有工序都在車床上完成。

1891/1930 年式步槍槍口端面的加工包括切割槍口部分及用定形銼刀倒槍口圓角，這兩個工序在車床上完成。

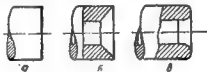


圖 253 槍口端面的加工

## 第十一章 槍管的热处理，鍍銘及 氧化处理

### § 67. 槍管的热处理

机械加工时，热处理的主要对象是碳素鋼製造的口徑为 7.62 公厘的槍管；这里包括整个槍管的热处理及其个别部位的热处理，例如，尾端面的热处理。全面热处理的目的是提高槍管的机械性能；它是最后的热处理工序。槍管尾端面只有在遭受进到前面位置的槍机冲击时，才进行热处理。自动武器槍管尾端面一般都进行热处理，以免尾端端面上的金属有局部压皺的可能。

由碳素鋼制成的槍管，其全部热处理包括淬火和回火，它是在鑽孔、粗銹槍膛以及初步粗車槍管外表面之后进行的。在这样的工序順序下，由于壁厚的减小，槍管金属达到了較好的淬透性。同时在以后的内外部加工中能保证得到圖紙所要求的尺寸。

槍管在淬火之前，先在两个鉛槽中加热。在温度为 650~



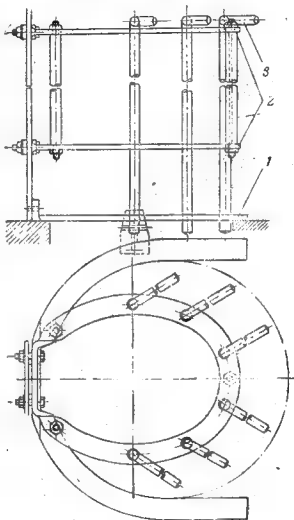


圖 254 在鉛槽中安置檢管的夾具

670°的第一个槽中，使槍管預熱2~4分鐘。在溫度為830~850°C的第二个槽中使槍管最後加熱同樣的時間。在某些情況下（當鋼的結晶粗大時），將槽的溫度降低到820~830°C甚至到800°C。

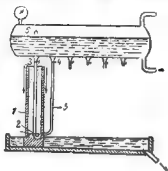


圖 255 淬火設備

為了避免槍管在鉛槽中浮起，需用專門夾具安裝槍管（圖 254），在這個夾具的桿 2 兩端上，有耐火支架 1。將槍管放在耐火支架下，并用擋桿 3 擋着，使它不能浮起來。在槽中可以同時加熱到六個槍管。槍管由第一個槽——轉到第二個槽內。

將為淬火而加熱好了的槍管放在專門的設備中冷卻，這些設備要能保證在整個槍管長度上使槍管的內外表面均勻地冷卻（圖 255 和 256），冷卻介質採用機器油。這種冷卻方法在整個槍管斷面上能保證其較好的淬透，同時也可能得出同一的金屬結構，因而在整個槍管的長度上，在回火之後也能得到大致同樣的硬度。這對於擠壓膛模特別重要。

為了冷卻，將已加熱的槍管放入洋鐵筒 1（圖 255）中，並將其尾部裝在夾頭 2 上，而把槽口部分放在龍頭下面。立即開放龍頭 3 和 4，受 4~5 個大氣壓作用的油，就以很大的速度由龍頭 3 流出，並通過槽壁從內部冷卻槍管，同時由龍頭 4 經軟管 5 進入筒內，從外部冷卻槍管。通過槽壁的油也經過夾頭的孔向筒里面流，因而使筒很快地充滿。當筒被充滿時，油就溢入槽內，而龍頭 4 被關閉。為了在容器 6 中造成所需要的壓力，由空氣壓縮機向容器內壓入空氣。

冷卻槽管总的延續時間為 10~15 分鐘，這要由其壁厚來決定。例如，步槍槍管的冷卻時間較短，而大口式機槍的槍管則較

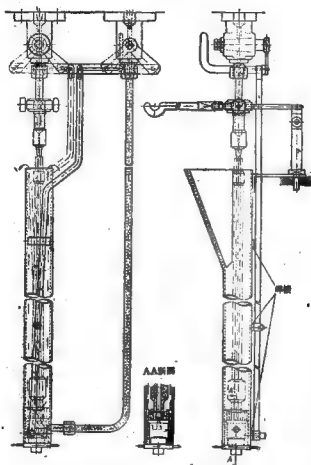


圖 256 淬火工具總圖

長。冷却時間的長短也要由油的溫度來決定，它由工作開始時的  $30^{\circ}$  到一個工作班結束時升高到  $70^{\circ}\text{C}$ 。

雖然應用的冷却劑（油）冷却得並不激烈，但所述的槍管冷却方法仍能保證槍管金屬在整個長度內有較好的淬透。經驗證明，用較強的冷却劑（水）時會造成裂紋。

必須指出，幾年以前曾應用過高度不大的筒，而油也不是由附加軟管往筒里送的；這不能保證槍管槍口部分的淬硬。這種熱處理的缺點對於擠壓膛綫來說是很重大的缺點。

為了回火，使用同淬火一樣的鉛槽將槍管加熱到規定的溫度，這個溫度是由該批內取出 5~10 個槍管作試驗性回火時規定的。冷却是在空氣中進行。

在下列的程序下進行試驗性回火：檢驗淬過火的槍管的硬度，若硬度  $H_R$  大於 400 時，那麼回火溫度取  $600^{\circ}$ ；如硬度  $H_R$  為  $300\sim 400$  時，那麼回火溫度大約規定為  $550^{\circ}$ ，當硬度  $H_R$  小於 300 時，回火溫度降低到  $480^{\circ}\sim 500^{\circ}$ 。在試驗 5~10 個槍管的基礎上規定每批槍管回火加熱的溫度及時間。

往槽里裝槍管時要使槍口部分向上。

熱處理規範所指出的偏差以及靠實驗方法選擇回火規範的必要性決定於達到熱處理車間的槍管的金屬情況。所以為了很快地並正確地規定規範，在熱處理之前根據爐號將槍管加以選分就有非常重要的意義。

在鉛槽中加熱槍管時，槍膛的表面被氧化鉛及氧化皮覆蓋，為了消除它們對絞孔的有害影響，在槍膛繼續加工之前，必須將它們加以消除。為了去掉鉛，在熱處理之後應立即用專門工具（圖 257）插入槍膛進行清理。

熱處理後的氧化皮也可用加熱到  $80\sim 90^{\circ}$  的 10~12% 碳酸溶液酸洗以排除之，酸洗時間為 10~20 分鐘。酸洗後，將槍管在槽中用冷水沖 1.5~2 分鐘，再在加熱到  $80\sim 90^{\circ}$  的碳酸鉀溶液的槽中中和 4~5 分鐘。为了更好的中和，最好使槍管移動。

為檢驗熱處理情況，要測定每有槍管的硬度並從每批中抽取



圖 257 清除鉛的工具

一定的百分數作拉圓及沖擊試驗，並且研究显微結構。試件的切取如圖 258 所示。

从前由 0.392 鋼制成的 ШКАС 及 ШБАК 机枪的槍管要在深鑽后进行热处理（淬火和回火），其热处理的进行方法和上述一样。这样热处理的方法是便于深鑽（鑽头消耗较少等等）。

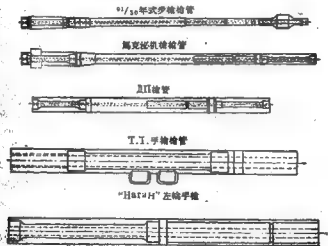


圖 258 取試件的位置

在某些情況下，為了發現淬火後的裂紋，槍管還要在磁力探傷儀上進行檢驗。

## § 68. ДП 和 ШБАК 槍管尾端面的熱處理

ДП 及 ШБАК 槍管尾端面的熱處理包括淬火和回火。熱處理的目的在提高尾端面硬度，■在該種槍中，槍機凸緣在進到前部位置時沖擊尾端面的頂端。

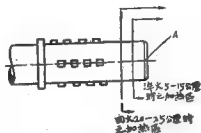


圖 259 尾端面加熱區域

圖 259 所示為淬火和回火時槍管尾端面加熱區域。淬火時在 BY-22 型淬火爐中進行加熱（圖 260），此爐由裝滿鉛的銻鎳坩堝（22%Ni, 10~12%Cr, 0.60~0.70%C）、銻鎳合金加熱器及襯爐組成。加熱用的電壓為 120 伏特，電流強度為 140 安培。加熱的槍管每次 10 根裝在夾具（鑄鐵板）上（ШБАК 砲管每次 2 根），並考慮不使加熱區域大於 5~15 公厘。在 2 分鐘內加熱到 850~870°，繼而在溫度為 40~80° 的錠子油中冷卻 15 分鐘。若為垂直的安裝時，須以快速運動將槍管放入油中。

回火時，在鉛槽中將槍管加熱到 430~460°（ШБАК 砲管為 420~440°）；時間為 7 分鐘。每 48 個槍管一起裝在槽中（ШБАК 砲管每 6 個一起），裝入深度為 20~25 公厘。加熱後將它們放在空氣中冷卻。淬火區域硬度應為  $Rc=37\sim44$ 。

當熱處理進行的不正確時，就會在斷隔螺紋上出現暗紅色及氧化皮。為了避免氧化鉛對槍管金屬的有害作用，要定期地用木炭使槽去氧，這種木炭裝在帶眼的盒內，在 700° 時將其放到鉛

槽中，放10~15分鐘，即达到完全燃燒为止。为了防止鉛的氧化，在鉛的表面蓋上一層碎碳。

为了确定膨脹量，在淬火之后用有刻度的量規檢驗彈腔。若有膨脹，須在更大的長度上重新淬火。

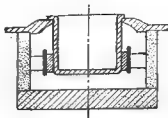


圖 260 BY-22 型加熱爐

### § 69. 槍膛表面的鍍鉻

槍膛表面的鍍鉻是為了提高它們的壽命，主要是為了增加抵抗子彈外皮對槍膛表面的機械磨損的耐腐性。同時槍膛表面的鍍鉻還提高它們的抗銹和抗蝕能力。

槍膛表面的鍍鉻，或者是完全的，即膛壁部份和彈腔都鍍，例如，在ДП槍管中；或者是只鍍膛壁部份或彈頭進口，例如，在ПТП槍管中。在後一情況下，為使鉻不致鍍到彈腔的表面上，需要把彈腔堵住。

鍍鉻就是使電解液中的鉻鍍在槍膛表面上。此時所鍍的鉻層的厚度可能是不同的，因此在實際生產中鍍鉻分為兩種：“薄”鍍鉻，鉻層在直徑方向厚0.035~0.1到0.2公厘，“厚”鍍鉻，鉻層在直徑方向大於0.2公厘。“厚”鍍鉻在提高槍管壽命方面效果最大，特別是，如果槍管在鍍鉻後再在電爐里在氮氣中或者顆粒體（如砂子）中加熱，例如，對於ДП槍管，在鉻層為0.3公厘和在氮氣中加熱（在500°時保持4小時）後，它們的壽命大約增加一倍（達30,000發）。

在鍍鉻之前，為了作最後的機械加工，根據規定的鉻層厚度將槍膛斷面的尺寸加大。

為了正確鍍鉻和獲得最優良的槍膛表面，槍管要經受一系列的準備工序。

## § 70. 槍管鍍鉻前的准备

槍管鍍鉻前的准备包括以下各工序：槍膛表面精加工，根据槍膛尺寸將槍管分組，槍管去油、酸洗和洗淨。

鍍鉻前槍膛表面的精加工，一般就是拋光陰綫和陽綫的表面（即澆鉛擦膛）。在个别情况下，以光冲头通过槍膛“平整”陽綫。这个工序的目的是要得到光潔的膛面，并把它作得十分平滑，以便鉻在所有的点上沉淀均匀。

应当注意在电解时鉻的沉淀是不均匀的，也就是说，在那些靠近陽極的点上鉻沉淀得较多，而在高陽極远的点上就较少。所以膛面上如有擦伤、条紋、甚至是不严重的粗糙，都將由于鉻的沉淀不均而引起它們間凸不平的增大，并且槍膛在光綫下驗看时显出暗色，而不是它应有的光輝色澤。由于表面粗糙致槍膛表面發暗是不允許的，因为突起的波峯，在子彈沿槍膛运动时極迅速的磨坏、碰中原有金屬的表面也就露出，以致降低槍管的寿命和耐蝕。

槍管按綫膛部分断面的真实尺寸分組，按檢查分組的結果来

表 26

序 号	陽綫的直径(公厘)		陰綫的直径(公厘)		鍍鉻時間 分 鐘
	过	不 过	过	不 过	
1	14.56	14.63	14.98~14.99	15.05~15.06	70
2	14.57	14.64	14.99~15.0	15.06~15.07	80
3	14.58	14.65	15.00~15.01	15.07~15.08	90~100
4	14.60	14.67	15.01~15.02	15.08~15.09	110~120
5	14.61	14.68	15.02~15.03	15.09~15.1	130~140
		И.Т.Д.			
9	14.63	14.75	15.06~15.07	15.11~15.15	210~220



确定每組槍管鍍鉻的時間，以獲得必須的鍍鉻層的厚度，在此厚度下每一槍管都會達到所要求的尺寸。

電流的化學作用與通過該電解液的電量成正比，也就是與電流強度和時間的乘積成正比，這就決定了在規定的電流強度下進行電解時槍膛斷面的尺寸和鍍鉻時間之間的關係。

選分槍管應用特殊的量規。ПТР 14.5 公厘槍管的量規尺寸列於表 26 中，ДП 7.6 公厘槍管的量規尺寸列於表 27 中。

表 27

序 號 №	陽極的直徑		陰極的直徑		鍍鉻時間 分 鐘
	過	不 過	過	不 過	
1	0."3015	0."3035	0."3135	0."316	45~50
3	0."3025	0."3035	0."316	0."3165	65
		Н.Т.Д.			
5	0."3035	0."3045	0."3165	0."317	80

在鍍鉻過程中，其延緩時間根據工作條件（電流密度、電流效率）確定；例如，對於 14.5 公厘的槍管在表 28 列有數據，用以在實際上確定鍍鉻時間。

槍管的去油、酸洗和洗滌是為了從槍膛表面上脫脂，氧化色（暗紅色）、銹跡、氧化皮和污垢，以保證正常的鍍鉻和鉻的質點間基本金屬能很好結合。

槍管通常在含有 8~10% 的苛性鈉溶液的鹼池中於 80~100° 下進行去油。為此，每次將數根槍管裝在一個框架中，在池中放 20 分鐘。

因為槍管上的油脂來源可能不同（動物的，植物的和礦物的），所以僅在鹼池中煮一次還不足以完全脫除一切種類的油脂。在鹼池中能溶解並脫除能以皂化的油脂，也就是植物油和動物油，而不皂化的油脂（礦物油）能溶于石油、汽油、乙醚中，或用電解法去除之。

表 28

电 流 强 度 (a)	时 間 (分鐘)															
	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	
	增 加 的 时 間 (分鐘)															
150	5	5	5	5	5	10	10	15	15	15	15	20	20	20	20	
140	10	10	15	15	15	20	20	20	25	25	30	30	35	35	40	
130	20	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45	50	50	55	60	
120	25	30	35	35	40	45	50	50	55	60	60	65	70	75	75	
110	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	
100	40	45	50	65	75	80	85	90	95	100	105	110	120	130	140	

为了用电解法去除矿物油，將裝在框架中的 鉛管 放入含有 8~15% 的苛性鈉溶液的池中，在 60~90°C 使电流通过池子。电流通过鹼溶液时，鉛管及鉛管表面上剧烈地析出氫气并与电解質中的濃度相比提高了它的濃度。这促进了除油过程的加速。

裝入池中的鉛管先在陰極上进行处理 1~0.5 分鐘，然后在陽極上处理 1~2 分鐘。池子邊緣上的电压为 4~6 伏。

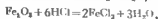
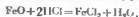
用以彻底地脫除油脂的附加操作是用布包着的探頭蘸熟石灰漿擦鹽面。

酸洗用以从鉛管上脫除銹跡和氧化皮：为此，用盛有 1:2 的鹽酸溶液的池子。因为鹽酸能溶解鉄（可由氫气的猛烈析出看出）



所以，为了减小它的溶解作用，往池子里 加添血清  $\text{KC}_2$  作为調节剂。血清是一种由屠宰場的廢品制成的紅褐色粉末。

氧化鉄的溶解并不析出氫气，而依下列反应进行：





檢管在酸洗池中放置的时间各有不同：由3~5分鐘到20分鐘。

將檢管由鹼池移到酸池或相反時，在盛水的池中和流動的水中加以洗滌。水可以是冷的和熱的，但最好用熱的，因為熱水能更好地除去酸和鹼的殘余物。

在酸洗和去油時，腔面質量與洗滌的仔細程度有很大關係。去油後用熱水洗滌能更好地除去殘余的不皂化油脂和肥皂的薄層。應當注意，鈉的化合物（ $\text{NaOH}$  苛蘇打）生成固體肥皂，而鉀的化合物（ $\text{KOH}$ ，碳酸鉀）生成易溶解的液體肥皂，在冷水中它們能夠凝固並留在產品的表面上。酸洗後必須特別仔細地洗滌，使得不致污染鍍鉻池。在這種情況下，用流水沖洗最為合理。

## § 71. 檢管的電解鍍鉻

準備工序完成後，就進行檢管鍍鉻。對於7.62mm的檢管用2.5±1mm直徑的鋼絲作陽極；對於14.5mm的檢管則用4mm的鋼絲。為了加大鋼絲的導電性，用電解法將陽極鍍銅。為了消除電解質對鐵的作用，先在盛有氰化銅溶液的池中进行電解 $[\text{Cu}(\text{CN})_2]$ ，這個電解質對鐵不起作用]，以便在陽極上得到一薄層（0.01~0.02mm）銅，之後，由於在這種電解質中電解過程進行得極其緩慢，就需要在帶有 $\text{CuSO}_4$ 鹽溶液的酸性電解質中鍍下一層銅；因為硫酸對鐵的作用已經消除，而且此時鍍銅進行得更加猛烈。銅層的厚度是不同的；例如，對14.5mm口徑的檢管的陽極鍍上0.2~0.4mm的銅層。

在陽極鍍銅時，應特別注意使銅均勻地沉澱在棒的全長上。因為銅提高陽極的導電性，所以在銅層厚的地方，就通過較多的電量，靠近這一部份陽極的腔面上鍍上的鉻層的厚度也就較大；結果，檢管各部斷面的尺寸就不一致。

由於鍍鉻用的電解質含有硫酸，為了預防陽極不受侵蝕，就

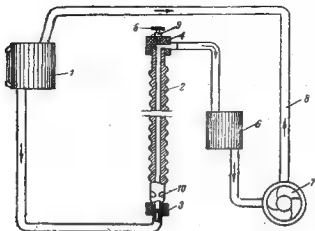


圖 261 槍管鍍鉛實驗裝置的原始圖解  
1—壓力槍；2—槍管；3—下栓；4—上栓；5—陽極；  
6—收集槽；7—泵；8—管道；9, 10—電線。

將陽極補充的復上一層鉛，因為僅只銅是不能保證陽極可長期使用的。同時，在硫酸侵蝕到鍍鉛電解質中的銅棒時，鉄就極迅速的聚積起來，這是不希望的，因為這些雜質降低鍍鉛的質量。陽極上的鉛是用电解法鍍上的，而且用硼氫鉍酸鹽溶液作為電解質。

鉛層的厚度為  $0.3 \sim 0.5 \text{ mm}$ 。

在鍍鉛後每次重新修理陽極時，先將其放在水中洗滌，在熱碱中至少保持 20 分鐘，之後再洗滌，擦淨并用砂紙打磨，以便除去陽極表面上生成的掛霜  $\text{PbCrO}_4$ 。

槍管同陽極的裝法如圖 261 和 262 所示。將下栓 2 套在朝下的槍口部份 1 上；此時，將嵌入下栓絕緣體中的陽極 3 通入槍腔。將上栓（圖 264）套在槍管的尾部上，要使陽極能通過螺釘孔。此後，用螺釘將陽極壓住，再擰上螺母將其拉緊。陽極的正確拉緊應保證它對腔面全長上的同心性。陽極拉緊得不正確時，

在槍腔中那些靠近陽極的腔面部分上會鍍上較厚的鉻層。

把同陽極裝在一塊的槍管裝入框架中，經過預熱后再放入電解池中，以便不使鍍鉻池的電解質變涼。此外，應注意，鍍在涼的槍腔表面上的電解鉻附着性不夠并會裂開。

槍管在含有鉻酸溶液（10~15%）的池子中，在 50~60°C 溫度下預熱 7~15 分鐘，或者直接在鍍鉻池中在電路斷路時預熱。預熱池有兩層壁和兩層底，在其間隙中通入蒸汽，就能經常保持嚴格規定的溫度。

最通用的鍍鉻池電解質的成冊如下：

鉻酸酐 $\text{CrO}_3$	150 克
硫酸 $\text{H}_2\text{SO}_4$	1.5 克
水 $\text{H}_2\text{O}$	1 公升

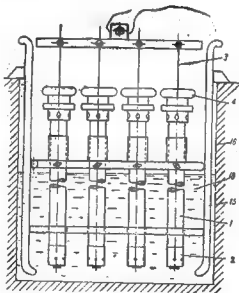


圖 262 槍管在框架中的裝法



圖 213 下 極

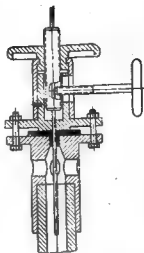


圖 264 上 極

陰極的電流密度約為 30 安培/公寸<sup>2</sup>；電解質的溫度為 50~55°。

在厚層鍍鉻時，將電流密度增加到 40~43 安培/公寸<sup>2</sup>，將池溫升高到 58~63°。

在鍍鉻池中不應有其他的酸，特別是硝酸；因為甚至極微量的硝酸就會引起提高電流密度的必要，而在含有 1% 的硝酸時，鉻就完全停止析出。

鍍鉻時，為了從槍腔表面上除去殘余的氧化物和雜質的小質點，先通以密度為 20~25 安培/公寸<sup>2</sup> 的反向電流 1~2 分鐘，之後，改為正向電流，其密度由 20~25 安培/公寸<sup>2</sup> 增到 30 安培/公寸<sup>2</sup>，保持 3~5 分鐘。

與鍍鉻同時，發生電解質在槍腔內的猛烈沸騰和鉻沉澱到槍腔表面上。所有的鹽、鹼和酸的溶液都具有電離的能力，也就是說都分裂成離子：



此时，阴离子跑向阳极，阳离子跑向阴极。镀铬时枪管是阴极；而铬离子带正电荷，在同阳极接触时就释放电荷，同时沉淀在腔面上。

在镀铬时期，池中电解质的水位应保持一定的高度，因为电解质高度的改变会导致沿枪管全长镀铬不匀。顺便提一下，这就有可能矫正机械加工时所得的枪膛锥度。

电解质循环的速度大约需定为 12~18 公升/小时。

枪管镀铬后，在水中清洗，然后拆开，并在流水中冲洗，然后再中和留在枪管表面上的硫酸，中和是在盛有 5~8% 的碳酸溶液的池子中，于 40~60°C 温度下至少进行一分钟。

此后，所得  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  盐的沉淀极易在冷水和热水中洗掉。

## § 72. 枪膛镀铬后的主要缺陷

**缺陷：**缺陷的成因是阳极在枪膛中的位置不对，阳极在拉紧不好时的局部不平坦和阳极本身的质量坏，包括阳极镀的铜层不匀。

**铬“环”：**这个缺陷相当普遍。其成因之一为使用了质量不佳的阳极。在使用个别地方因硫酸作用而致铅皮消失的阳极时，发生铜被侵蚀；因此，在这一部份，枪管上镀的铬就较少，以致出现暗的“环”。另一成因可能是阳极上有一段未溶解的铬，这段铬是在以反向电流通过电解质时沉淀上去的。如果阳极的剥落或其被铬复盖不是沿週围发生，那么，在枪膛表面上就相应地得到不完整的“环”。这种缺陷在生产中叫做“铬伤”。

同时池温不均也促使这些缺陷的生成。因为离子的活动性决定于电解质的温度，所以，在那些通过电量较少的地方温度就低；这就导致在该区域上镀铬得较少。

阳极镀铜不匀也能引起缺陷，在生产中叫做镀铬不能遍及全部 “Непрохромирование”。

**枪膛表面发暗：**它和另一更为严重的缺陷——“波紋”——的

成因之一是鍍鉻前未充分地进行机械加工。这种现象的第二种成因是鉻本身的色泽，这色泽可用鉻的結晶所發生的光学效应来解释。

槍膛表面上的黑点（条帶）：这个缺陷的性质还没有弄清楚；实验工作証明，这个缺陷对槍管的寿命并無影响。黑点的出現是由电解时的極化現象所决定的。欲避免黑点，应定时檢查电解質中  $\text{SO}_4$  离子的濃度。

鉻的崩落和脫皮：在槍膛表面未充分去油的那些地方，鉻沉淀得不好，并且同基本金屬結合得很弱。因此，在將彈膛表面用砂布擦磨和加工之后，膛壁角上的鉻就崩落。

鉻的脫皮在那些未將氧化皮完全除去地方發生，在这些地方鉻附着得不够牢靠。

槍膛的尺寸与量規不符：这个缺陷决定于槍管鍍鉻時間規定得不正确。

上述各种缺陷可用槍管重新鍍鉻修正之，或者在不符合不通过量規的要求时，用“补加鍍鉻”修正之。

槍管重新鍍鉻时須先去鉻：去鉻通用电解法，在 9~12% 的苛性鈉溶液或具有附加 KC 的 10~12% 的鹽酸溶液中在室温下，以密度为 20~25 安培/公寸<sup>2</sup> 的电流进行。在去鉻时槍管作陽極；用鍍鉛的鋼棒作陰極。

补加鍍鉻过程与鍍鉻过程有别，此时，只用一个准备工序——用熟石灰鹽去油。反向电流通过的时间減少到 15~20 秒而正向电流增加到十分鐘。

### § 73. 鍍鉻时彈膛的隔絕

在彈膛不需鍍鉻的槍管上，往陰極上套一适当尺寸的玻璃管將彈膛隔絕。在只有一部份膛壁加鍍鉻时，也用同样的方法將鍍過鉻的彈膛隔絕。彈膛进行加鍍鉻时不必隔絕膛壁，但可使用一端的按彈膛形狀加厚了的陽極。

槍膛表面的电解鍍鉻法在实际中应用得極为普遍并很習慣，



同时，应该指出其它提高枪膛表面的耐损性的方法：

1. 渗铝法；
2. 渗铬法；
3. 渗氮法；
4. 渗硼法。

#### § 74. 枪管外表面的化学着色（珐蓝）

枪管外表面化学着色的目的是防止其不受侵蚀并使它具有黑色，或与黑色近似的装饰色和保护色（但较少）。

为了在枪管外部表面着色，用专门的酸或碱的溶液作用到金属上，使它生成氧化薄膜。现在应用最广泛的是用鹼形成氧化薄膜的方法，这个氧化薄膜是由于将枪管放在含有无机氧化剂的濃鹼的鹼水溶液中蒸煮的结果生成的。列在表 29 中的是三种鹼性氧化剂配方。

表 29

成 份	№ 1	№ 2	№ 3
	重 量 (克)		
苛性鈉	650~700	600	650
硝酸鈉或硝酸鉀	150~200	100~200	120
鞣酸提出物（与木材品种无关）	6	—	—
水	1000	1000	1000
过氧化錳	10	—	—
細砂（或絨酸）	—	—	2
亞硝酸鈉（或亞硝酸鉀）	—	—	40

若其它条件相同时，在鹼溶液（№1）里氧化处理可得出较好结果。用这种方法所得到的氧化薄膜（在工厂里称为“黑色氧化物”），由于多孔性较小更能抵抗外部介质的氧化作用。經驗

証明，被氧化薄膜所复盖的零件的生锈是由多孔的地方开始的，并由此逐步的扩展起来。当鋼槍管加热到  $300^{\circ}$  超过  $300^{\circ}$  时，氧化薄膜开始破坏。

氧化剂是根据下列方法准备的。先往已清理得很干净的并已很好冲洗过的槽里倒水，然后开动机器搅拌器，并放入预先碾碎成小块（直径  $40\sim 50$  公厘）的苛性钠，每批  $2\sim 3$  公斤<sup>①</sup>，將裝在網狀籠里的碱放入浴槽中，但要將籠掛起，而且在前一batch溶解之后即裝滿下一批。

在苛性钠溶解之后，往槽的蛇形管中通入蒸汽并使溶液沸腾（ $125\sim 130^{\circ}$ ），之后，在經常的搅拌下，將预先制配好的其余成份混合物倒入。使浴槽温度保持到所有的試劑溶解时为止，以后使藥剂靜止  $2\sim 4$  小时，然后进行化学分析。

为作氧化处理，將槍管裝到專門的架上，当溶液完全沸騰时（温度为  $135\sim 145^{\circ}$ ），將它們裝进碱槽中。

氧化層的质量决定于氧化处理的规范，即决定于浴槽的温度，槍管在浴槽中延續的时间，及决定于氧化处理前槍管的预先准备情况。

浴槽的温度和氧化处理的延續時間系根据鋼的种类、鋼的状态及所采用的氧化剂来規定。已經确定，低碳鋼、鉻錳鋼及一些特殊鋼，以及淬过火的零件最好在浴槽温度为  $140^{\circ}$  和  $140^{\circ}$  以上（到  $148^{\circ}$ ）时着色，而含碳为  $0.9\%$  的碳素鋼最好在更低的温度下着色。

延續的时间越长，氧化薄膜<sup>②</sup>的质量越高。它的多孔性<sup>③</sup>就愈小。而密度和厚度<sup>④</sup>就愈大。

① 当积累时苛性钠可能由于加热而熔化及溶液溅出浴槽外面。

② 根据大尉工程師柯諾乐佐夫在砲兵大学金相实验室用砂紙加工發黑鋼（ $0.1\%C$ ）試样表面时的实验数据，氧化薄膜的最好质量是在延續時間为 3 小时时获得的。再繼續增加氧化处理時間时，氧化膜的质量得不到很大的改善。

③ 氧化膜厚度以微米来測量。

在生产上正常的氧化处理延长时间为60~90分钟。为了提高生产率，在战争时期曾将氧化处理延长时间缩减到45分钟。

用普通的工业用温度计测量浴槽的温度。当温度高时加水，而温度低时则加入强烈的氧化剂或火碱。

氧化处理时，为了去除各种不同的薄膜和掛霜，要定期地在水中冲洗枪管，这些不同的薄膜及掛霜妨碍正常的鍍層的生成。这样的冲洗应该做好几次，但在任何情况下都必须冲洗一次。

枪管在氧化处理前的准备和鍍銘时一样包括去油和酸洗。

若在鍍銘之后马上进行氧化处理时，则枪膛已鍍銘的枪管可不进行这个准备工序<sup>①</sup>。同时必须指出，酸洗槽的酸(HCl)对鍍銘特别有害，因而不希望要这个工序。

在鍍过銘的枪膛表面上不会生成氧化薄膜。表面未鍍銘的枪膛用表面涂特殊药剂的方法或是用枪膛与氧化溶液完全绝缘的方法来保护<sup>②</sup>。

枪管在氧化处理后应在肥皂的碱性溶液中<sup>③</sup>和用急速的流水仔细的冲洗，直到氧化剂的痕迹完全去除时为止，并用抹布(干的、湿的、带煤油的或者是带酒精的)擦拭，以便排除与鍍層接触的掛霜。之后，检查氧化处理的质量并使枪管在温度100~120°的熱油中保持10分钟，熱油能很好的消除以前用煤油擦拭时可能殘存的水份，特别是在凹处。

酸性的氧化处理法是用特殊的药剂“生鏽漆”塗到枪管的外部表面上。表30引用的是生鏽漆的成份。

这些漆是用下列方法准备的。往上釉的陶器槽中倒鹽酸，并且成份地加入氧化鉄皮，氧化鉄皮在攪拌时即溶解。氧化鉄皮由于反应停止若干时间后溶解就不完全。

① 事实上会发生这种情况，例如氧化处理NTPA枪管时。

② 不鍍銘的鋼膛可以不保护。在这种情况下若是必要的话，在氧化处理后打磨鋼膛的表面以去除氧化薄膜。

③ 在肥皂水中冲洗能促使很快的干燥，并且由于干燥时形成肥皂薄膜能防止生鏽。

表 30

成 份	№ 1	№ 2	№ 3
硝酸比重 1.3~1.4 .....	150 cm <sup>3</sup>	120 cm <sup>3</sup>	49.5 克
鹽酸比重 1.19~1.15 .....	1000 cm <sup>3</sup>	1000 cm <sup>3</sup>	17.94 克
氧化鉄皮 .....	200 克	300 克	—
鉄屑 .....	200 克	75~80 克	17 克
氯化亞鉄 .....	—	—	10.66 克
氯化汞 .....	—	—	1.28 克

之后，为了使溶液氧化，將硝酸以不大的份量不攪拌地倒入。当溶液开始冷却时，將不大一份鉄屑加入。作用完了之后，將溶液靜置 6~12 小时，再攪拌它，并从中取出 100 c. c. 以測定將溶液冲淡到比重 1.04 时所必需的水量。

在倒在一起的硝酸和鹽酸溶液中溶解鉄屑。当溶液冷却后加进預先溶解在水里的氯化亞鉄和氯化汞，然后往溶液里加 1 公升水，溶液的濃度应是波氏密度 7~9°。

在圖上（表 31）所表示的是用生銹漆氧化处理的工艺規程。

表 31

1. 在碳酸鉀或者在苏打水(7~10%或者是11~16%  $K_2CO_3$  煮沸1小时)的浴槽中脫脂。
2. 用开水或冷水冲洗。用破布擦。
3. 往彈簧上塗康司太林油或魚肝油(65%)和石墨(35%)的混合物。
4. 塗生銹漆，溶液的密度为 1.07~1.03 (波氏密度 8~10°)。在 20~24° 时干燥 (10~15 分鐘)。
5. 在加有 0.1% 的比重为 1.3~1.4 的工業用硝酸的水中煮沸 20~25 分鐘。
6. 用帶有染油和金剛砂的藤架擦淨機體。
7. 在刷光輪上打光 (0.2 公厘金屬絲)。
8. 塗生銹漆，溶液密度 1.02 (波氏密度 2.5~3°)。在 20~24° 的

情况下保持不少于8小时。

9. 与第5条同。
10. 与第6条同。
11. 与第7条同。
12. 观察碰伤消除的情况。由表尺座上除去錫。
13. 用生錫漆着色，溶液的密度为1.02，在20~24°的情况下保持8到16小时。
14. 在加有0.1%的比重为1.3~1.4的硝酸的水中煮沸30分鐘。
15. 与第8条同。
16. 在刷光粗上打光(金屬絲0.7mm)并用柴油和金刚砂清理槍口部分。
17. 在100°的肥皂水中煮沸，溶液浓度为1~2%。
18. 塗槍油。

酸性氧化处理时不及碱性氧化处理时所得的氧化薄膜的质量好。操作本身比較累贅，時間也比較長。酸性氧化处理的方法应用在1891~1930年式步槍的槍管上，由于表尺座是用錫焊上的，所以对它不能用碱性氧化处理。

用碱性氧化处理时所得到的氧化膜的主要缺陷如下：

1. 在氧化表面上的紅褐色薄膜是由于氧化处理后冲洗得不舒因而析出氧化物的固体份子而生成的。在这种情况下須对零件进行重新氧化处理和补充氧化处理。
2. 由于温度过高(大于标准)而呈現綠色或者褐色。为了消除这个缺陷，將槍管酸洗或用机械的方法除去一層，之后將零件重新氧化处理。
3. 在溶槽髒污时，表面上形成斑点。

## 579. 氧化層的檢驗

到現在為止，檢驗氧化層的方法還沒有完全規定出來，而在大部份場合下，氧化處理的質量是根據外觀決定的。在 25 支光的電燈反射器之下進行檢查。根據標準，在檢管上應該均勻地复上帶有一點兒淡藍色彩的深黑色。在局部淬火的零件上，在焊接和粗加工處，在凹處及外形複雜的地方允許色彩有微小的差別。

做為其它的方法可指出以下的幾種試驗：

1. 用在淡硫酸 (0.175%) 中溶解氧化薄膜的方法檢驗着色的化學強度。照下列方法進行試驗：將零件放入盛有淡  $H_2SO_4$  的玻璃杯中 0.5 分鐘，然後用水沖洗並觀察其表面。氧化薄膜不應該被溶解，而零件的外表亦不應改變。

2. 用噴砂器檢查着色的機械強度，這個噴砂器是長 0.5 公尺，直徑為 8 公厘的玻璃管。將直徑為 5 公厘的帶眼漏斗裝在管上。將氧化過的零件放斜與管成  $45^\circ$  角，並往漏斗里倒 100 克 48 號的金剛砂。經過這個操作，氧化薄膜不應該脫光。

3. 將試樣浸到 0.5 % 的藍矾溶液中 0.5 分鐘，以確定鹼性氧化處理過的零件的密實性 (сплошность)，然後用水沖洗零件並觀察其表面。銅點的出現表示在多孔性方面着色不合格。

由一組里取出百分率不大的零件進行這些試驗。